



Dipartimento di Impresa e Management

Corso di Laurea Magistrale in Strategic Management

CATTEDRA DI BUSINESS MODELING AND PLANNING

**Intelligenza Artificiale e Mobility as a
Service: Sfide e Opportunità per il Futuro
della Mobilità in Italia**

RELATORE

Prof. Donato Iacovone

CORRELATORE

Prof. Edmondo Gliottone

CANDIDATO

Giuseppe Francesco di Biasio 777121

ANNO ACCADEMICO 2024/2025

Sommario

<i>Introduzione</i>	4
<i>Capitolo 1: Mobility as a Service (MaaS) e la trasformazione della mobilità</i>	7
1.1 Caratteristiche e definizione dei MaaS	7
1.1.1 Contesto e impatto ambientale	7
1.1.2 Trasformazione urbana e nuovi modelli di sviluppo	9
1.1.3 Definizione e funzionamento del MaaS	11
1.1.4 Confronto con i modelli di trasporto tradizionali	12
1.1.5 Ecosistema, Integrazione e Prospettive future	13
1.1.6 Benefici, Governance e Prospettive future	16
1.2 Modelli di Business nel MaaS	19
1.2.1 Ruoli fondamentali: MaaS integrator e Maas Operator	19
1.2.2 Configurazioni del Maas Provider e fondamenti dei modelli di business	20
1.2.3 Business model canvas	22
1.2.4 Offerta MaaS	25
1.2.5 Tendenze Future	28
1.3 Stato di sviluppo del MaaS in Italia	29
1.3.1 Introduzione al Nuovo Paradigma della Mobilità	29
1.3.2 Contesto di Implementazione e Sperimentazioni Territoriali	30
1.3.3 Governance, Regolamentazione e Infrastruttura Tecnologica	32
1.3.4 Prospettive Economiche, Sociali e Ambientali	34
1.3.5 Sfide e Prospettive Future	35
1.3.6 Il caso MaaS in Piemonte	36
<i>Capitolo 2: Il ruolo dell'Intelligenza Artificiale nei MaaS</i>	37
2.1 Applicazioni dell'IA nei MaaS.....	37
2.1.1 Machine Learning e Analisi Predittiva per la Gestione dei Trasporti.....	37
2.1.2 Algoritmi di Ottimizzazione del Traffico e Routing Intelligente.....	38
2.1.3 Automazione e Chatbot per il Customer Service.....	41
2.2 Impatti dell'IA sulla customer experience.....	44
2.2.1 Personalizzazione dei percorsi e raccomandazioni basate sui dati	44
2.2.2 AI e pricing dinamico: opportunità e rischi	46
2.2.3 Accessibilità e inclusività della mobilità intelligente.....	48
2.3 Benefici ambientali e sociali dell'IA nei MaaS.....	51
2.3.1 Riduzione della congestione urbana.....	51
2.3.3 Contributo del MaaS alla decarbonizzazione.....	59
<i>Capitolo 3: Sfide all'implementazione dell'IA nei MaaS in Italia</i>	66
3.1 Sfide tecnologiche e infrastrutturali.....	66
3.1.1 Necessità di una rete digitale integrata	66
3.1.2 Problemi di interoperabilità tra sistemi pubblici e privati	70
3.1.3 Gestione e analisi dei big data per la mobilità.....	74
3.2 Sfide normative e regolatorie.....	77
3.2.1 Quadro giuridico Italiano ed Europeo	77
3.2.2 GDPR e gestione della privacy nei MaaS basati su IA	81
3.2.3 Ostacoli burocratici e frammentazione normativa	84
3.3 Resistenza al cambiamento e accettazione sociale	89
3.3.1 Percezione del MaaS tra utenti e operatori del settore: tra innovazione, timori e complessità percepita.....	89
3.3.2 Fattori di fiducia e sicurezza nell'uso dell'IA nei trasporti	92
3.3.3 Barriere culturali e digital divide	95
<i>Capitolo 4: Strategie per una maggiore integrazione dell'IA nei MaaS italiani</i>	99

4.1 Best practices internazionali e motivazione della ricerca comparata.....	100
4.1.1 Il caso Whim (Finlandia).....	104
4.1.2 Il caso TfL (Regno Unito).....	110
4.2 Caso studio: Urbi Italia	121
4.2.1 Obiettivo del caso studio.....	121
4.2.2 Metodologia	121
4.2.3 Analisi dei risultati.....	122
<i>Conclusioni</i>.....	130
<i>Bibliografia e Sitografia:</i>	132
<i>Executive Summary</i>.....	138

Introduzione

La trasformazione digitale e sostenibile della mobilità rappresenta oggi una priorità strategica a livello globale, incentivata dalla necessità urgente di ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza dei trasporti urbani. In tale contesto, emerge il paradigma della smart mobility, caratterizzato da tecnologie all'avanguardia quali elettrificazione, Big Data, Internet of Things e Intelligenza Artificiale (IA). Questa evoluzione tecnologica sta progressivamente modificando le abitudini di mobilità delle persone, favorendo modelli di servizio flessibili, efficienti e centrati sull'utente, in alternativa all'utilizzo tradizionale dell'automobile privata.

In questo scenario si colloca il concetto di Mobility as a Service (MaaS), introdotto per la prima volta da Sampo Hietanen nel 2014, che rappresenta un'innovazione radicale nel settore della mobilità. Il MaaS integra molteplici servizi di mobilità pubblici e privati in una piattaforma digitale unica, attraverso cui gli utenti possono pianificare, prenotare e pagare itinerari multimodali. Esperienze pionieristiche come Whim a Helsinki e Transport for London (TfL) a Londra hanno dimostrato concretamente i benefici derivanti da tale approccio, quali la riduzione della congestione urbana, l'abbattimento delle emissioni di CO₂ e un significativo miglioramento dell'esperienza utente, grazie a informazioni in tempo reale e soluzioni di viaggio personalizzate e ottimizzate.

In tale quadro, l'Intelligenza Artificiale svolge un ruolo cruciale come tecnologia abilitante. Algoritmi di machine learning permettono infatti di sfruttare al meglio i dati disponibili, ottimizzando percorsi e risorse di trasporto in tempo reale, prevedendo la domanda futura e adattando dinamicamente l'offerta. Sistemi predittivi e strumenti di recommendation personalizzano inoltre le soluzioni proposte agli utenti, mentre chatbot e pricing dinamico incentivano comportamenti più sostenibili e una migliore gestione del servizio.

Nonostante le sue evidenti potenzialità, in Italia il MaaS e la sua integrazione con l'IA si trovano ancora in una fase embrionale. Storicamente il contesto italiano presenta alcune criticità strutturali, come una forte dipendenza dall'auto privata, una frammentazione dei servizi di mobilità e significativi ritardi nella digitalizzazione delle infrastrutture pubbliche. Tuttavia, recenti iniziative istituzionali, quali il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e il programma MaaS for Italy, con investimenti complessivi superiori a 56 milioni di euro, stanno indicando una crescente attenzione verso questa innovazione. Alcune città metropolitane (Milano, Roma, Napoli) stanno già sperimentando progetti pilota per favorire l'introduzione di piattaforme MaaS, ponendo così le basi per superare il gap esistente rispetto ad altre esperienze europee.

La presente ricerca si propone pertanto di colmare il gap esistente nella letteratura italiana sul tema, analizzando in modo approfondito le principali sfide normative, tecnologiche e culturali che ostacolano l'adozione dell'IA nei sistemi MaaS e identificando opportunità concrete per una mobilità più intelligente e sostenibile.

La domanda di ricerca che orienta questo studio è: quali sono le principali sfide e opportunità per l'adozione dell'Intelligenza Artificiale nei sistemi MaaS in Italia, considerando il quadro normativo, le infrastrutture tecnologiche e la disponibilità di dati? Da questo interrogativo generale discendono obiettivi specifici quali:

- Contestualizzare teoricamente e a livello internazionale il fenomeno MaaS, evidenziandone caratteristiche e benefici rispetto ai modelli tradizionali.
- Approfondire il ruolo dell'IA nei sistemi MaaS, descrivendo le principali applicazioni e i loro effetti sull'efficienza operativa e sull'esperienza utente.
- Analizzare criticamente le sfide e le barriere che attualmente limitano l'integrazione dell'IA nei sistemi MaaS italiani.
- Condurre una comparazione empirica di esperienze internazionali (Whim e TfL) e nazionali (Urbi Italia), individuando pratiche replicabili e differenze contestuali.
- Formulare raccomandazioni operative e strategiche per policy maker e operatori del settore, delineando scenari evolutivi futuri per il MaaS supportato dall'IA in Italia.

In termini di struttura, la tesi è articolata in quattro capitoli principali, oltre a questa introduzione e alle conclusioni finali.

- Il Capitolo 1 fornisce il quadro teorico e il contesto del MaaS, presentandone definizioni e caratteristiche distintive rispetto ai modelli di trasporto tradizionali e descrivendo gli attori coinvolti e i modelli di business emergenti. Viene inoltre delineato lo stato attuale di sviluppo del MaaS in Italia, evidenziando iniziative recenti e prospettive future.
- Il Capitolo 2 approfondisce il ruolo strategico dell'IA all'interno del MaaS, descrivendo le principali applicazioni (ottimizzazione del traffico, personalizzazione del servizio, automazione del customer care) e analizzandone gli effetti sulla gestione operativa e sull'esperienza utente.
- Il Capitolo 3 affronta dettagliatamente le sfide che ostacolano l'implementazione dell'IA nei MaaS italiani, suddivise in barriere tecnologiche/infrastrutturali, normative e culturali. Si analizzano criticità come l'assenza di standard condivisi, la frammentazione regolatoria e le resistenze culturali verso nuovi servizi digitalizzati.

- Il Capitolo 4 presenta la ricerca empirica svolta, con una comparazione tra esperienze internazionali consolidate (Whim a Helsinki e TfL a Londra) e un caso studio nazionale rappresentato da Urbi, operatore attivo nel progetto MaaS4Italy. Attraverso interviste semi-strutturate vengono approfonditi l'uso concreto dell'IA, le difficoltà riscontrate e le strategie adottate. Infine, vengono individuati elementi di successo trasferibili in Italia e adattamenti necessari al contesto nazionale.

Le Conclusioni sintetizzano i risultati emersi dalla ricerca, discutendo analogie e differenze tra le esperienze analizzate e identificando le leve strategiche principali per una diffusione efficace e sostenibile del MaaS supportato dall'IA in Italia. Vengono offerte raccomandazioni pratiche per istituzioni e operatori e delineati possibili sviluppi futuri, sottolineando come il binomio MaaS-IA possa contribuire in modo decisivo a trasformare la mobilità del Paese nei prossimi anni.

Capitolo 1: Mobility as a Service (MaaS) e la trasformazione della mobilità

1.1 Caratteristiche e definizione dei MaaS

1.1.1 Contesto e impatto ambientale

La mobilità riveste oggi un ruolo cruciale nella vita quotidiana e rappresenta una delle principali sfide per la società, specialmente nelle aree urbane. In Italia, il contesto ambientale è particolarmente delicato: molte città italiane figurano tra le più esposte a problemi legati all'inquinamento atmosferico. Nel 2023, ad esempio, Torino e Milano si sono classificate rispettivamente al 347° e al 349° posto su 375 città europee analizzate dall'European Environment Agency per la qualità dell'aria. A ciò si aggiunge la questione della congestione stradale: in media, nelle città italiane si trascorrono 38 ore all'anno bloccati nel traffico, un dato superiore del 21% rispetto alle principali città europee.

Questa situazione riflette le caratteristiche degli spostamenti nel Paese: oltre il 75% dei viaggi avviene su distanze brevi, inferiori a 10 km, e la mobilità privata continua a dominare il panorama. (Figura 1).

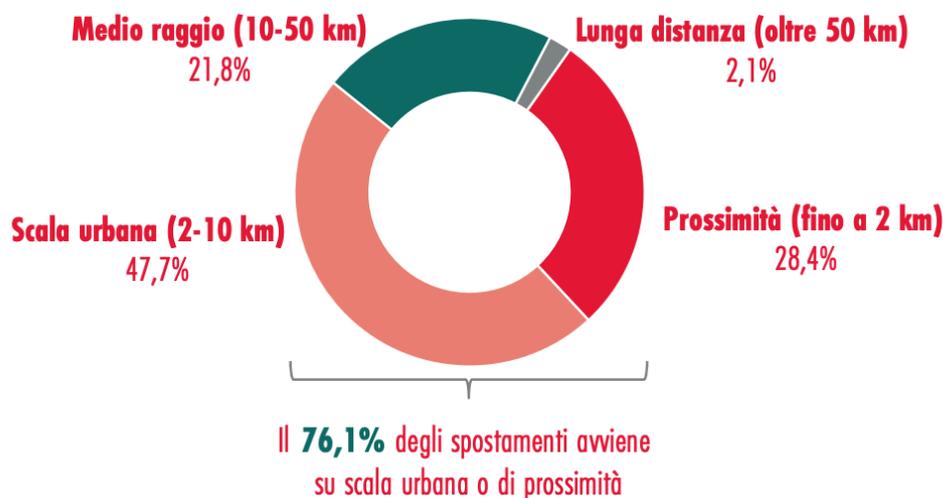


Figura 1. Ripartizione della domanda di mobilità in base alla distanza degli spostamenti, espressa in percentuale per l'anno 2021. Fonte: elaborazione The European House – Ambrosetti su dati Isfort Audimob, 2023.

Nonostante le sfide ambientali e di congestione, l'uso dell'auto in Italia è rimasto stabile nel tempo, con un'ulteriore crescita registrata dopo la pandemia. Nel 2021, le auto e le moto hanno coperto l'81,5% degli spostamenti totali (con l'auto che da sola rappresenta il 78,9%),

registrando un aumento di circa 10 punti percentuali rispetto al 2019 e di oltre 5 punti rispetto al 2001. Anche nel 2022 questa tendenza è proseguita: il 80,3% degli spostamenti è avvenuto con mezzi privati, in aumento di 8,4 punti percentuali rispetto al periodo pre-COVID, mentre il trasporto pubblico ha continuato a perdere utenti, registrando un calo di 8,5 punti percentuali rispetto al 2019.

Queste dinamiche sono state confermate anche nel 2023: il 21° Rapporto sulla mobilità degli italiani, realizzato da ISFORT¹, ha rilevato che circa l'83% degli spostamenti avviene con mezzi privati, mentre l'uso del trasporto pubblico si mantiene ancora su livelli inferiori rispetto al periodo pre-pandemico, con una quota intorno al 10%.

A livello europeo, il settore dei trasporti è responsabile del 27% delle emissioni totali di gas serra nell'UE-27 (pari a 52,9 miliardi di tonnellate di CO₂ nel 2021), mentre in Italia il contributo del settore è ancora più rilevante, attestandosi al 30% delle emissioni nazionali. Inoltre, le emissioni legate ai trasporti nel nostro Paese risultano superiori del 24% rispetto ai livelli del 1990.

Oltre alle criticità ambientali, è importante sottolineare il ruolo strategico che i servizi e le infrastrutture di mobilità svolgono per un sistema urbano e territoriale integrato. La carenza di efficienza in questi ambiti genera costi elevati, difficili da quantificare, con impatti significativi sul piano sociale e collettivo. Secondo le stime della Commissione Europea, l'Italia è il secondo Paese europeo per impatto negativo complessivo della mobilità – considerando incidenti, traffico, emissioni e congestione – con un costo annuale di circa 115 miliardi di euro, pari al 6,8% del PIL nazionale. **(Figura 2)**.

¹ ISFORT. (2023). 20° Rapporto sulla mobilità degli italiani: Il passato, il presente, il futuro (27 novembre 2023). Roma: ISFORT – Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti.

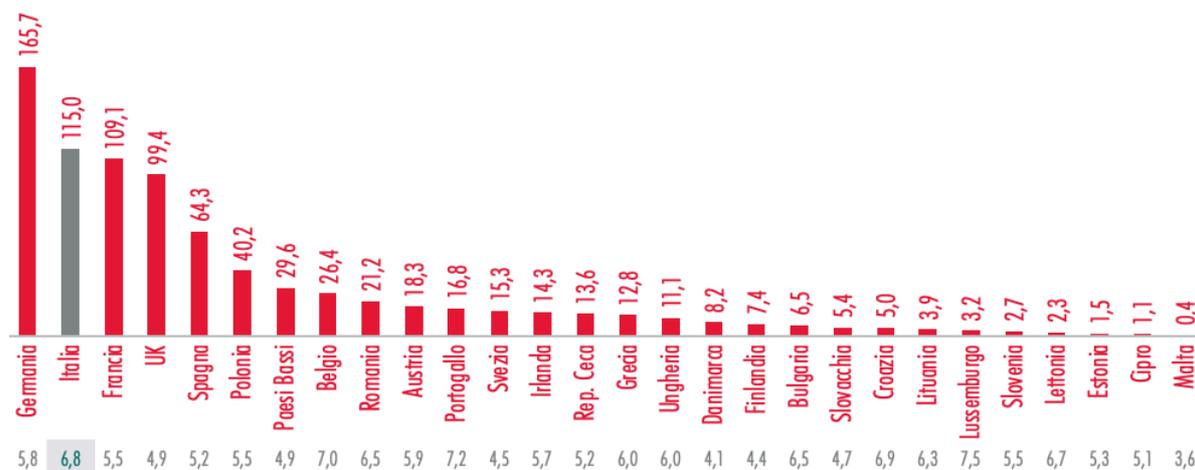


Figura 2: Stima delle esternalità negative associate al trasporto su strada nei Paesi UE27 e Regno Unito, espressa in miliardi di euro e come percentuale del PIL, ultimo anno disponibile. Fonte: elaborazione The European House – Ambrosetti su dati Commissione Europea, 2023.

1.1.2 Trasformazione urbana e nuovi modelli di sviluppo

Il concetto di mobilità sta attraversando una profonda trasformazione, orientandosi sempre più verso i principi della sostenibilità ambientale e dell'efficienza dei sistemi di trasporto. Questa evoluzione contribuisce a delineare nuovi modelli di sviluppo urbano, più inclusivi e accessibili. Un esempio emblematico è rappresentato dal modello della "città dei 15 minuti", teorizzato dallo studioso franco-colombiano Carlos Moreno e sostenuto dalla sindaca di Parigi, Anne Hidalgo. Il nucleo di questa visione è semplice: garantire a ciascun cittadino la possibilità di accedere ai principali servizi – come scuole, negozi, spazi verdi e infrastrutture di mobilità – entro un raggio di 15 minuti a piedi o in bicicletta dalla propria abitazione. Questo approccio favorisce una pianificazione urbana decentralizzata e policentrica, che si basa sulla creazione di un sistema di mobilità diffuso, efficiente e capace di assicurare un rapido accesso ai servizi di base.

In questo quadro, la trasformazione delle città, le scelte di governance e le strategie di pianificazione urbana sono strettamente legate all'evoluzione della mobilità. Quest'ultima è influenzata da una combinazione di fattori interni ed esterni (**Figura 3**). I fattori interni (endogeni) includono gli spostamenti regolari dei cittadini, come quelli casa-lavoro o casa-studio, i viaggi occasionali per motivi personali o di svago, la crescita della sharing mobility e della micromobilità, lo sviluppo di servizi di trasporto a chiamata (on-demand), le politiche per

la regolazione degli accessi urbani e i processi di digitalizzazione supportati dalle tecnologie ICT.

I fattori esterni (esogeni), invece, comprendono fenomeni sociali e dinamiche che influiscono indirettamente sulla mobilità urbana, come la crescita delle aree urbanizzate, l'aumento della densità abitativa, i processi di gentrificazione, l'invecchiamento della popolazione, la diffusione del concetto di smart city e una maggiore sensibilità collettiva verso la sostenibilità e il miglioramento della qualità della vita urbana.



Figura 3: Cambiamenti strutturali che stanno trasformando la mobilità urbana. Fonte: rielaborazione su dati The European House – Ambrosetti, 2023.

Questi fattori stanno contribuendo a una graduale revisione degli spazi urbani, con una progressiva riduzione del predominio dell'automobile privata. In molte città italiane, si osserva infatti un potenziamento del trasporto pubblico locale (TPL) con standard qualitativi più elevati, la realizzazione di nuove piste ciclabili e zone pedonali, e l'ampliamento delle Zone a Traffico Limitato (ZTL), con una conseguente riorganizzazione della rete stradale. Secondo il 21° Rapporto sulla mobilità degli italiani (ISFORT), nel 2022 i capoluoghi italiani hanno raggiunto una densità media di 27,9 km di piste ciclabili ogni 100 km², con punte di oltre 170 km ogni

100 km² a Torino e Milano. Inoltre, le ZTL risultano presenti nel 92,7% dei capoluoghi, mentre le aree pedonali interessano il 93,6% delle città, segno di un impegno diffuso verso la promozione della mobilità sostenibile e la riqualificazione degli spazi urbani.²

In questo scenario, si afferma il paradigma della mobilità “smart”, che integra decarbonizzazione, tecnologie avanzate e soluzioni per la sicurezza, ottimizzando l’uso degli spazi urbani. Da un lato, vengono promosse tecnologie per la transizione ecologica del settore dei trasporti, come l’elettrificazione, l’idrogeno e il biometano; dall’altro, si investe in tecnologie digitali come l’intelligenza artificiale, i Big Data, l’Internet of Things (IoT), il Cloud, la guida autonoma, la connettività e i servizi di sharing. La mobilità smart rappresenta così un elemento strategico per lo sviluppo dell’offerta di trasporto, orientandola verso il modello integrato della Mobility-as-a-Service (MaaS).

1.1.3 Definizione e funzionamento del MaaS

Il modello della Mobility-as-a-Service (MaaS) rappresenta un’importante innovazione nel panorama dei trasporti, introdotto per la prima volta nel 2014 da Sampo Hietanen, fondatore e CEO di MaaS Global. L’idea alla base di questo approccio è quella di offrire un sistema che risponda in maniera integrata alle diverse esigenze di mobilità degli utenti, attraverso una sola piattaforma digitale. In pratica, il MaaS permette di combinare vari servizi di trasporto – sia pubblici che privati – in un unico ambiente accessibile tramite smartphone, fornendo un’esperienza completa che va dalla pianificazione del viaggio, alla prenotazione, al pagamento, fino all’emissione dei biglietti digitali.

Questa soluzione digitale funziona come un vero e proprio aggregatore, rivoluzionando il modo in cui le persone accedono ai servizi di mobilità. Gli utenti possono così gestire facilmente i propri spostamenti, sia abituali che occasionali, utilizzando un’unica piattaforma on demand. Per rendere possibile il funzionamento del MaaS, è fondamentale disporre di tecnologie avanzate, tra cui app mobili, piattaforme online e sistemi di pagamento elettronico integrati. Tuttavia, la tecnologia da sola non basta: una reale integrazione richiede una collaborazione attiva tra operatori pubblici e privati, che devono adottare standard aperti e protocolli di

² ISFORT. (2024). C’è bisogno di una scossa: Sintesi del 21° Rapporto sulla mobilità degli italiani (26 novembre 2024). Roma: ISFORT – Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti.

comunicazione comuni. Questo approccio facilita la condivisione in tempo reale di informazioni cruciali – come i dati sul traffico, la disponibilità dei mezzi e i tempi di attesa – e permette agli utenti di prendere decisioni più consapevoli. In questo modo, il MaaS trasforma l'interazione tradizionale tra utente e singolo operatore in un'esperienza fluida, integrata e personalizzata.

1.1.4 Confronto con i modelli di trasporto tradizionali

Rispetto ai sistemi di trasporto tradizionali, il MaaS introduce un approccio multimodale e digitale che supera la logica dell'interazione unicamente “*one-to-one*” tra utente e singolo servizio. Mentre i modelli tradizionali si basano prevalentemente sull'utilizzo dell'auto privata o su servizi di trasporto pubblico separati e spesso frammentati, il MaaS offre una soluzione integrata in cui più modalità di trasporto – come autobus, treni, car sharing, bike sharing e altre forme di mobilità condivisa – sono accessibili tramite un'unica piattaforma.

Questo approccio permette di ridurre notevolmente i tempi di pianificazione e di attuare una gestione coordinata degli itinerari, che non solo ottimizza il percorso, ma consente anche di valutare simultaneamente costi, tempi e impatto ambientale.

Nel sistema tradizionale, l'utente deve interagire separatamente con ogni fornitore, acquistando titoli di viaggio distinti e consultando informazioni su orari e disponibilità su canali spesso disgiunti. Al contrario, il MaaS unifica queste informazioni e le presenta in tempo reale grazie a infrastrutture digitali avanzate, rendendo l'esperienza di viaggio più semplice, trasparente e personalizzata. Tale integrazione, resa possibile da standard aperti e protocolli di comunicazione condivisi, facilita non solo la scelta della soluzione migliore, ma favorisce anche una maggiore efficienza operativa e una riduzione degli sprechi di tempo e risorse.

Inoltre, la digitalizzazione e la multimodalità offerte dal MaaS contribuiscono a promuovere soluzioni di trasporto più sostenibili, incentivando l'uso di mezzi collettivi e condivisi che abbassano le emissioni di CO₂ rispetto all'auto privata. Questo aspetto risulta particolarmente rilevante in un contesto in cui le città affrontano problematiche di inquinamento e congestione, come evidenziato dalle statistiche europee.

L'approccio MaaS, integrando opzioni a basso impatto ambientale e facilitando il passaggio da un sistema frammentato a uno unificato, rappresenta un'evoluzione significativa rispetto ai metodi tradizionali, in cui la mancanza di integrazione porta a inefficienze e a costi sociali elevati.

Infine, la capacità del MaaS di offrire un'esperienza "on demand" e personalizzata, grazie a interfacce digitali intuitive e sistemi di pagamento elettronico, si contrappone fortemente al modello tradizionale, dove la rigidità degli orari e la frammentazione dei servizi limitano l'autonomia dell'utente (**Figura 4**).

Complessivamente, il MaaS non solo risponde in modo più efficiente alle esigenze di mobilità moderne, ma favorisce anche un'evoluzione del sistema di trasporti verso una maggiore sostenibilità, efficienza e centralità dell'esperienza utente.

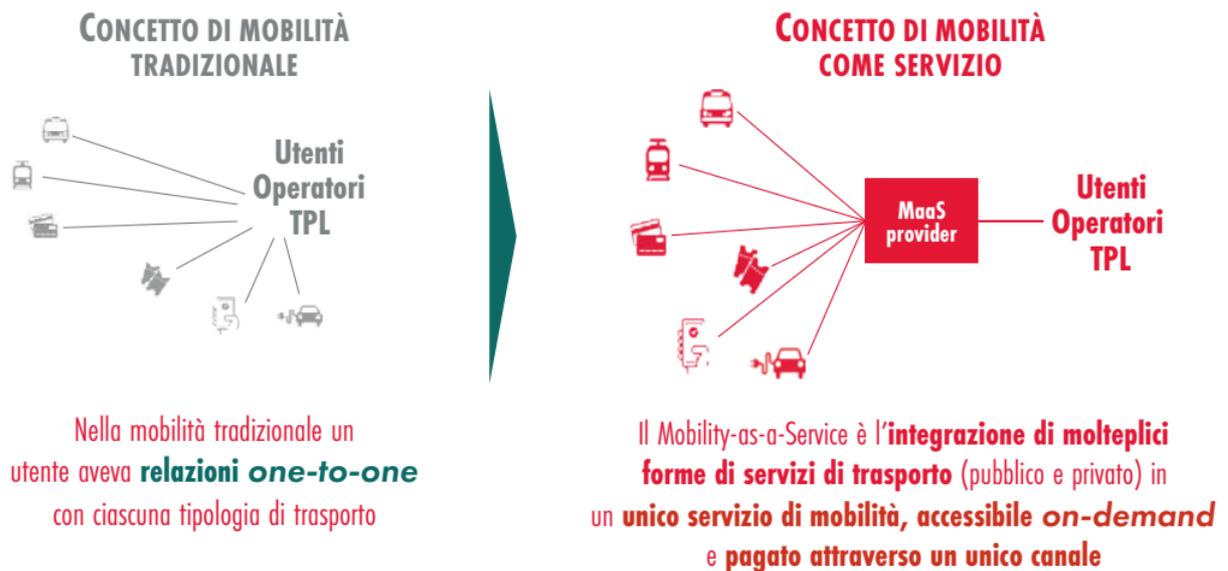


Figura 4: Rappresentazione del concetto di mobilità secondo il modello MaaS. Fonte: rielaborazione su dati The European House – Ambrosetti, 2023.

1.1.5 Ecosistema, Integrazione e Prospettive future

Un sistema MaaS ben strutturato si fonda sull'interazione di quattro attori chiave:

- **Operatori dei servizi di trasporto:** rappresentano l'anello operativo del sistema e comprendono le aziende che forniscono i diversi servizi di mobilità. Si tratta di soggetti, sia pubblici che privati, attivi nel trasporto pubblico locale (autobus, metropolitane, treni, taxi), nella mobilità condivisa (bike sharing, car sharing, scooter sharing e micromobilità), o nei servizi commerciali come treni ad alta velocità, bus navetta e noleggio auto. Questi operatori, oltre a garantire l'accesso fisico al trasporto, offrono

anche servizi digitali come la bigliettazione elettronica (sempre più diffusa) e sistemi di informazione in tempo reale, talvolta tramite piattaforme proprie o provider esterni.

- **MaaS Integrator** (o aggregatore): è il soggetto che raccoglie, integra e armonizza i dati provenienti dagli operatori di trasporto pubblico e privato, come accesso ai mezzi, ticketing e informazioni di viaggio. Questo attore si occupa di costruire una base dati condivisa, stabilendo accordi di collaborazione con le varie aziende per permettere al sistema MaaS di funzionare in modo coordinato e fluido.
- **MaaS Operator** (o fornitore di servizi digitali): è l'interfaccia principale per l'utente finale. Si tratta di aziende che sviluppano e offrono piattaforme digitali in grado di fornire un'esperienza di mobilità integrata, gestendo tutte le fasi del viaggio: dalla pianificazione alla prenotazione, fino al post-viaggio. Questi operatori segmentano i servizi in base ai diversi profili di utenza e propongono soluzioni flessibili, come abbonamenti, tariffe pay-per-use o pacchetti personalizzati di mobilità.
- **Policy Maker**: è il soggetto responsabile della definizione e implementazione delle politiche pubbliche in materia di mobilità. Questo ruolo è ricoperto dalle istituzioni pubbliche, sia centrali che locali, che agiscono come regolatori, coordinatori e promotori delle policy. I Policy Maker stabiliscono le regole del gioco, definendo i rapporti tra operatori di trasporto, fornitori MaaS e utenti finali. Attraverso l'adozione di strategie normative adeguate, possono favorire la diffusione del MaaS su larga scala, contribuendo a migliorare indicatori economici, sociali e ambientali. Inoltre, incentivano forme di trasporto più sostenibili e promuovono una gestione più equa ed efficiente delle risorse locali, con particolare attenzione alla sostenibilità e all'interoperabilità dei sistemi a livello nazionale.

Il modello MaaS opera in una logica di “coopetizione”, in cui la collaborazione tra gli attori si sviluppa in un contesto competitivo che bilancia cooperazione e concorrenza.

Per abilitare questo paradigma sono necessari vari livelli di integrazione, che vanno dall'integrazione base dei dati fino al raggiungimento di obiettivi sociali e ambientali. In particolare, i **livelli di integrazione (Figura 5)** si articolano come segue:

- **Livello 0 – Nessuna integrazione**: in cui i servizi sono completamente separati, ciascun operatore comunica le proprie informazioni in modo autonomo.

- **Livello 1 – Integrazione delle informazioni:** in cui i dati di viaggio vengono aggregati tramite travel planner multi-modali che offrono supporto nella ricerca della soluzione migliore per il viaggio.
- **Livello 2 – Integrazione delle prenotazioni e dei pagamenti:** dove le funzioni di “cerca, prenota e paga” consentono agli utenti di acquistare viaggi singoli tramite un’unica piattaforma, pur se l’offerta risulta ancora limitata per spingere un abbandono completo dell’auto privata.
- **Livello 3 – Integrazione dei servizi offerti:** in cui il servizio MaaS diventa capace di soddisfare tutte le esigenze di mobilità, attraverso offerte integrate e abbonamenti che rappresentano una valida alternativa all’uso dell’auto privata, grazie anche a schemi di pricing flessibili.
- **Livello 4 – Integrazione degli obiettivi sociali:** dove il MaaS si configura come strumento per perseguire obiettivi politici, sociali ed ambientali, in sinergia con le pubbliche amministrazioni e le agenzie dei trasporti, promuovendo un equilibrio tra domanda e offerta e favorendo nuovi modelli di cooperazione pubblico-privata.

4 Integrazione degli obiettivi sociali
 Politiche, incentivi, etc.

3 Integrazione dei servizi offerti
 Bundling/Abbonamenti, contratti, etc.

2 Integrazione delle prenotazioni e dei pagamenti
 Viaggio singolo – funzioni cerca, prenota, paga

1 Integrazione delle informazioni
 Pianificatore di viaggio multimodale, informazioni sul prezzo

0 Nessuna integrazione

Figura 5: Livelli di integrazione del Maas, elaborazione 5T su fonte Sochor et al. 2017

1.1.6 Benefici, Governance e Prospettive future

In questo contesto in rapida evoluzione, la capacità di governare il cambiamento diventa cruciale. La mobilità urbana si sta trasformando velocemente, e sebbene le soluzioni a disposizione dei cittadini siano sempre più numerose, il panorama risulta spesso frammentato e difficile da navigare.

In questo scenario, il MaaS si distingue come uno strumento in grado di semplificare l'accesso alla mobilità. Diversi studi, infatti, lo individuano come una leva strategica per migliorare l'esperienza utente, grazie alla possibilità di integrare diversi servizi di trasporto in un'unica piattaforma digitale. Come sottolineato dalla Mobility as a Service Alliance³, il MaaS ha l'obiettivo di mettere l'utente al centro del sistema, offrendo soluzioni personalizzate e multimodali, capaci di adattarsi alle diverse esigenze di spostamento. In questo modo, il MaaS migliora l'accessibilità, la flessibilità e la sostenibilità della mobilità urbana, trasformando l'esperienza tradizionale in un servizio digitale integrato.

Il funzionamento del MaaS si basa su piattaforme digitali che aggregano le varie opzioni di trasporto – dai mezzi pubblici alle soluzioni più innovative – e consentono di pianificare viaggi, consultare orari, acquistare biglietti e accedere a servizi condivisi. Tuttavia, la proliferazione di app e servizi di smart mobility, pur offrendo nuove possibilità, non sempre genera benefici sistemici per la collettività e l'ambiente, a causa della frammentazione e della mancanza di integrazione tra i vari operatori.

L'adozione progressiva di piattaforme MaaS potrà quindi diventare un elemento chiave per accelerare la transizione digitale del settore, favorendo comportamenti di mobilità più sostenibili e una migliore organizzazione dei sistemi di trasporto locale. Perché ciò avvenga, è essenziale la presenza di una governance ben definita, in grado di stabilire regole comuni e favorire la collaborazione tra tutti gli attori coinvolti. Solo attraverso un quadro regolatorio chiaro e condiviso sarà possibile creare un ecosistema di mobilità capace di generare valore per cittadini, imprese e ambiente, promuovendo l'innovazione e garantendo un utilizzo più efficiente delle risorse.

In definitiva, il MaaS non si limita a rappresentare un semplice insieme di applicazioni software: è una vera e propria filosofia di mobilità, che propone un nuovo modo di intendere e organizzare il sistema dei trasporti. L'integrazione progressiva dei servizi e la definizione di

³ <https://maas-alliance.eu>

una governance condivisa sono i pilastri su cui costruire un sistema capace di mettere al centro le esigenze degli utenti, offrendo soluzioni su misura e favorendo una mobilità più intelligente, sostenibile e inclusiva.

Alla luce dei diversi livelli di integrazione analizzati in precedenza, è possibile esaminare alcune delle principali esperienze internazionali di MaaS, valutandone i risultati e le prospettive future. In Europa, diverse realtà stanno sperimentando modelli di Mobility-as-a-Service, testando la fattibilità dei sistemi integrati in contesti locali differenti. Attualmente, i progetti che hanno raggiunto il livello 3 di integrazione sono ancora limitati; per questa analisi, ci si concentra in particolare sui casi di UbiGo e Whim.

UbiGo è un'iniziativa svedese lanciata tra il 2013 e il 2014, che mirava a offrire soluzioni di mobilità personalizzate per le famiglie di Göteborg, tramite pacchetti prepagati studiati sulle specifiche esigenze di ciascun nucleo familiare. Dopo una prima fase sperimentale con esiti non del tutto positivi, il progetto è stato rilanciato nel 2020 a Stoccolma.

Diverso è il caso di Whim, introdotto a Helsinki nel 2016 da MaaS Global: si tratta della prima soluzione operativa di MaaS su scala commerciale, considerata oggi un punto di riferimento nel settore. Whim offre agli utenti diverse opzioni di abbonamento, personalizzabili in base alle proprie esigenze, che includono l'uso di trasporto pubblico, bike sharing, taxi e noleggio auto, con pacchetti flessibili (giornalieri, settimanali, per il weekend, illimitati o basati sul consumo effettivo).

In Europa esistono numerose altre iniziative MaaS, anche se la maggior parte di queste si colloca ancora al livello 2 di integrazione, che si limita a integrare funzioni di ricerca, prenotazione e pagamento dei singoli servizi di trasporto. La **Tabella 1** fornisce una panoramica delle principali esperienze esaminate.

Nome	Località	Status	Modi di trasporto integrati	Livello di integrazione
Moovel	Amburgo e Stoccarda, Germania	Operativo	Car sharing, bike sharing, TPL (inclusi i traghetti nella città di Amburgo), car rental, taxi, monopattini	Livello 2
myCicero	Italia	Operativo	TPL urbano e regionale, sosta	Livello 2
Jelbi	Germania	Operativo	TPL urbano, monopattini, bike sharing, scooter sharing, car sharing, ridesharing	Livello 2
Moovizy	Saint Etienne	Operativo	Bus, bici, treno, info traffico, sosta,	Livello 1

			aereo	
Tripops	Utrecht – Olanda	Pilot operativo	Bike sharing, car sharing, TPL, info su traffico	Livello 2
Wien Mobil	Austria	Operativo	Car sharing, bike sharing, taxi, car rental, sosta, TPL	Livello 2
Nugo	Italia	Operativo	Treno (abbonamenti e carnet), bike sharing, car rental, sosta, tour turistici, traghetti, TPL	Livello 2
OpenMove	Italia	Operativo	TPL urbano ed extraurbano, treno, funivia, skibus, sosta, pass di accesso al valico alpino, mobilità turistica e universitaria	Livello 2
Urbi	Svizzera	Operativo	Car sharing, monopattino, scooter sharing, taxi, TPL	Livello 2

Tabella 1: esperienze MaaS in Europa

1.2 Modelli di Business nel MaaS

1.2.1 Ruoli fondamentali: MaaS integrator e MaaS Operator

All'interno dell'ecosistema MaaS, è importante comprendere a fondo il ruolo di due figure chiave: il **MaaS Integrator** e il **MaaS Operator**.

Il **MaaS Integrator** si occupa di abilitare il sistema dal punto di vista tecnologico, gestendo la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione dei dati necessari per il funzionamento integrato dei servizi di mobilità. Questo soggetto svolge un ruolo abilitante cruciale per la connessione tra i vari attori del sistema, offrendo soluzioni digitali rivolte sia al mercato **Business-to-Business (B2B)** – ad esempio per le imprese – sia al **Business-to-Government (B2G)**, a supporto delle istituzioni e degli enti pubblici.

Il secondo, invece, si occupa di erogare direttamente soluzioni digitali di mobilità agli utenti finali, operando in modalità **Business-to-Consumer (B2C)**.

- **MaaS Integrator:**

Il MaaS Integrator ha il compito di raccogliere, armonizzare e standardizzare i dati provenienti dai vari servizi di trasporto disponibili su un determinato territorio, siano essi informazioni statiche (ad esempio orari, fermate e tariffe) o dati dinamici (come la disponibilità in tempo reale dei mezzi e le condizioni del traffico). Questo ruolo consente di trasformare una pluralità di servizi di trasporto in un unico prodotto digitale integrato, fungendo da aggregatore e punto di sintesi per l'intermodalità.

Il MaaS Integrator si posiziona come intermediario tra gli operatori dei servizi di trasporto e i MaaS Operator, occupandosi principalmente della gestione e dell'elaborazione dei dati, inclusi quelli relativi alle transazioni e ai pagamenti. Pur non avendo un rapporto diretto con gli utenti finali, fornisce ai MaaS Operator gli strumenti digitali e le informazioni necessarie per analizzare la domanda e l'offerta di mobilità, supportandoli nella creazione di soluzioni personalizzate e ottimizzate per gli utenti.

- **MaaS Operator:**

Il MaaS Operator è l'ente che propone soluzioni di mobilità digitali direttamente agli utenti finali, assumendo il ruolo di principale interlocutore per la gestione dell'esperienza di viaggio. Il suo obiettivo è diffondere e commercializzare l'insieme dei servizi di mobilità offerti in un determinato territorio, adattando l'offerta alle

esigenze specifiche di un target di utenti. Operando come intermediario, il MaaS Operator si impegna a fornire servizi a valore aggiunto e, in un contesto locale di mobilità (che può essere urbano, metropolitano o regionale), possono coesistere più MaaS Operator, ognuno con le proprie regole di business. Questi operatori possono, a loro volta, attingere a dati e servizi abilitanti da uno o più MaaS Integrator.

1.2.2 Configurazioni del MaaS Provider e fondamenti dei modelli di business

Merita un approfondimento il ruolo del MaaS Operator – o MaaS Provider – ossia l'impresa che si occupa di integrare le diverse modalità di trasporto disponibili su un territorio. In base alla letteratura di riferimento, esistono tre possibili configurazioni per questo attore: può essere un'autorità di trasporto pubblico, un'azienda privata, oppure una collaborazione tra pubblico e privato (Eckhardt et al., 2017).

Indipendentemente dalla natura dell'organizzazione, il MaaS Provider deve stipulare accordi con i vari operatori di trasporto per integrare i rispettivi servizi e renderli fruibili agli utenti attraverso una piattaforma digitale. Tuttavia, il processo di sviluppo e gestione di un servizio MaaS presenta un livello di complessità elevato e richiede investimenti consistenti: dalla creazione dell'applicazione alla messa sul mercato, dalla gestione operativa alla negoziazione dei contratti con i partner di trasporto (Caiati et al., 2020). Per questo motivo, è essenziale definire un modello di business sostenibile.

La sostenibilità economica di una piattaforma MaaS si basa su tre elementi fondamentali: la proposta di valore (ovvero l'offerta in grado di soddisfare le esigenze dell'utente), il sistema di creazione del valore (le modalità con cui viene generato valore per tutti gli attori coinvolti) e il modello di reddito (le fonti di guadagno per il provider). In altre parole, per garantire la sostenibilità del sistema, è necessario offrire un valore percepito dagli utenti, che possa tradursi in ritorni economici (Hoveskog et al., 2022).

In questo ambito, la letteratura individua **quattro possibili modelli di business per i MaaS Operator** (van den Berg et al., 2022; Eckhardt et al., 2017):

1. Modello Commerciale:

- **Rivenditore:** l'azienda rivende i biglietti e integra i diversi modi di trasporto, puntando su volumi elevati per compensare la bassa marginalità. Strategie complementari, come l'inserimento di biglietti per eventi o l'utilizzo di spazi pubblicitari, possono contribuire ad aumentare la spesa media per utente.
- **Integratore:** in questo caso, il servizio MaaS è offerto in forma completa, comprendendo ticketing, pianificazione dei percorsi e prenotazione dei mezzi, con la possibilità di integrare ulteriori servizi accessori.

2. Modello Pubblico:

Il servizio è gestito da un ente pubblico che, oltre a garantire un'offerta integrata, mira a incrementare l'occupazione dei veicoli, perseguire politiche ambientali e migliorare l'efficienza del trasporto pubblico locale, anche senza l'obiettivo primario di generare ricavi.

3. Modello di Partenariato Pubblico-Privato (PPP):

In questo scenario, il partner privato si occupa dello sviluppo e della gestione commerciale della piattaforma MaaS, mentre l'ente pubblico integra i servizi di trasporto e ne affida al privato la gestione di specifici servizi "sociali". Il partenariato consente di equilibrare i risparmi per il settore pubblico con la necessità di un ritorno economico per il partner privato.

4. Estensione PPP (PPPP):

Applicabile soprattutto nelle aree rurali o meno densamente popolate, questo modello prevede l'ottimizzazione delle corse e una gestione più flessibile delle frequenze, in risposta a esigenze specifiche che differiscono notevolmente dall'ambiente urbano.

Il modello di business scelto è fondamentale per garantire la competitività del servizio, che deve risultare vantaggioso sia dal punto di vista economico sia in termini di ottimizzazione dei tempi di viaggio (Eckhardt, Aapaoja, et al., 2017; van den Berg et al., 2022).

1.2.3 Business model canvas

Ogni ecosistema MaaS si caratterizza per specificità legate al contesto locale, come le peculiarità della domanda di mobilità, la disponibilità dei servizi di trasporto e le condizioni socioeconomiche e demografiche del territorio. Questi elementi influenzano in modo significativo la configurazione delle relazioni tra i diversi attori coinvolti. La **Figura 6** offre una rappresentazione dettagliata dell’ecosistema MaaS, evidenziando i ruoli dei vari operatori – sia pubblici che privati – e illustrando le modalità di interazione tra di essi.

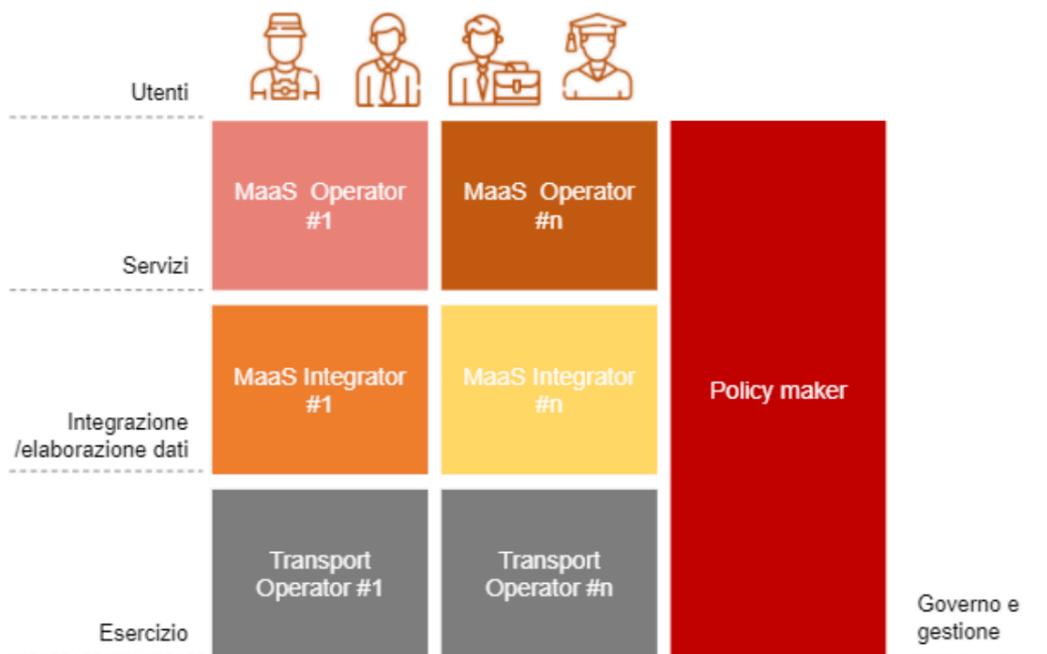


Figura 6: Panorama degli attori coinvolti in un ecosistema MaaS. Fonte “Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia”

Partendo dalla descrizione dei ruoli e delle rispettive specializzazioni, è possibile identificare per ciascun attore i modelli di business che ne determinano le modalità di remunerazione e la

sostenibilità economica. Questi modelli variano in base a diversi fattori: la proposta di valore, il target di riferimento e la posizione lungo la catena del valore del sistema MaaS.

In particolare, i MaaS Operator si concentrano sull'offerta di servizi diretti agli utenti finali, operando prevalentemente in modalità B2C per i clienti privati, ma anche in ottica B2B per le imprese. Al contrario, i MaaS Integrator agiscono principalmente in un'ottica B2B, offrendo servizi di integrazione ai MaaS Operator per abilitare la fruizione dei servizi di mobilità, e in modalità B2G, fornendo soluzioni di integrazione utili a supporto delle finalità pubbliche e collettive. In questo senso, pur essendo elementi abilitanti fondamentali, i MaaS Integrator da soli non bastano a garantire lo sviluppo completo del sistema MaaS. Si osserva inoltre che la loro proposta di valore tende progressivamente a orientarsi verso i clienti pubblici piuttosto che privati.

Per quanto riguarda le modalità di remunerazione dei servizi, la piattaforma MaaS – sia gestita dal MaaS Integrator che dal MaaS Operator – può applicare una commissione (fee) per l'accesso ai servizi di trasporto, valorizzando così il contributo offerto all'utente finale. L'entità di questa fee varia in base al ruolo: per i MaaS Integrator, la commissione viene generalmente stabilita in anticipo, con l'obiettivo di coprire i costi operativi della piattaforma. I MaaS Operator, invece, hanno maggiore flessibilità e possono proporre diverse soluzioni commerciali, come pacchetti di mobilità (bundle) o servizi integrati su misura, applicando una commissione finale che può risultare più alta rispetto alla semplice vendita di titoli di viaggio unimodali. Questa flessibilità è essenziale per coprire i costi di acquisizione e gestione degli utenti finali, compresi i servizi di assistenza clienti.

L'analisi approfondita dei modelli di business dei due principali attori – MaaS Integrator e MaaS Operator – verrà svolta nel prosieguo attraverso lo strumento del Business Model Canvas⁴, che permette di visualizzare in modo sintetico e strutturato le componenti chiave del loro funzionamento.

Business Model Canvas del MaaS Integrator:

- **Partner chiave:** collaborazioni strategiche con altri integratori MaaS per ampliare le offerte disponibili, connessioni con il National Access Point (NAP) per favorire lo scambio di dati, accordi con fornitori di servizi cloud per garantire l'infrastruttura

⁴ **Fonte:** rielaborazione personale di TTS Italia. (2021). Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia.

tecnologica, e partnership con sviluppatori di strumenti per la gestione e il monitoraggio delle piattaforme.

- **Attività chiave:** aggregazione delle diverse modalità di trasporto in un'unica piattaforma, raccolta, verifica e standardizzazione dei dati, pubblicazione delle informazioni tramite API, gestione tecnica delle procedure di accreditamento per i MaaS Operator, integrazione con altri integratori e con il NAP, oltre ad analisi avanzate sui dati di mobilità per supportare decisioni strategiche.
- **Risorse chiave:** la piattaforma tecnologica di integrazione, le competenze per l'aggregazione dei servizi di trasporto e il patrimonio informativo generato dalla raccolta e dall'elaborazione dei dati.
- **Proposte di valore:** creazione di un'offerta integrata di servizi di trasporto, che consente di ottenere una visione complessiva dei flussi di mobilità su un territorio. Fornitura di strumenti analitici per lo studio dei comportamenti di viaggio, supporto alla governance della mobilità attraverso soluzioni di data analytics, e calcolo dei costi legati agli spostamenti.
- **Relazioni con i clienti:** gestione degli accreditamenti e delle interazioni con i MaaS Operator tramite API e altre interfacce digitali. Offerta di accesso alla piattaforma per soggetti interessati a dati e analisi aggregate sulla mobilità.
- **Canali:** connessioni tramite API con i MaaS Operator, piattaforme dedicate alla vendita di dati di mobilità territoriale, e integrazione con i sistemi digitali degli operatori di trasporto.
- **Segmenti di clientela:** i MaaS Operator (in ottica B2B), interessati a dati e servizi di integrazione per realizzare piattaforme MaaS, e le Pubbliche Amministrazioni (B2G), che utilizzano le soluzioni del MaaS Integrator per supportare la digitalizzazione e la diffusione del MaaS nei territori.
- **Struttura dei costi:** investimenti per lo sviluppo e la manutenzione della piattaforma tecnologica, integrazione dei vari servizi di trasporto, gestione dei rapporti con partner e stakeholder esterni.
- **Flussi di ricavi:** entrate derivanti da fee applicate sull'utilizzo delle API da parte dei MaaS Operator, con tariffe definite per coprire i costi operativi, e canoni fissi per i servizi offerti alla governance pubblica in un'ottica B2G.

Business Model Canvas del MaaS Operator:

- **Partner chiave:** accreditamento presso i MaaS Integrator per ottenere l'accesso alle interfacce e ai dati necessari per offrire il servizio di mobilità integrata agli utenti finali.
- **Attività chiave:** fornitura di soluzioni di mobilità “chiavi in mano” che risolvono il problema dello spostamento in un determinato territorio, con la vendita diretta dei servizi di mobilità.
- **Risorse chiave:** una base utenti preesistente (quando disponibile), un'applicazione dedicata per gli utenti finali e personale dedicato al supporto e all'assistenza.
- **Proposte di valore:** offerta di un accesso immediato, semplice, digitale, integrato, flessibile e personalizzato ai servizi di mobilità disponibili in un territorio, garantendo affidabilità e precisione.
- **Relazioni con i clienti:** gestione del contatto diretto tramite app, un servizio clienti multicanale (email, chat, telefono) e sistemi di CRM dedicati.
- **Canali:** utilizzo dell'app per la promozione e la distribuzione dei servizi, supportata da campagne pubblicitarie che evidenziano i prodotti di mobilità offerti all'interno dell'app stessa.
- **Segmenti di clientela:** Utenti finali che necessitano di servizi di mobilità, suddivisi in target B2C (clienti individuali) e B2B (imprese e organizzazioni).
- **Struttura dei costi:** Spese per l'accreditamento presso i MaaS Integrator, costi di sviluppo, aggiornamento e manutenzione dell'applicazione destinata agli utenti finali, oltre a investimenti in attività di marketing e promozione.
- **Flussi di ricavi:** Entrate generate dalle commissioni applicate per l'accesso ai servizi di mobilità, che coprono anche i costi legati all'assistenza e all'informazione degli utenti. Possibilità di applicare fee fisse o di ottenere margini più elevati attraverso la vendita di pacchetti tariffari integrati, che combinano diverse opzioni di mobilità in un'unica offerta.

1.2.4 Offerta MaaS

Dopo aver esaminato i ruoli fondamentali degli attori che compongono l'ecosistema MaaS e le relative interazioni, diventa cruciale analizzare la composizione dell'offerta di mobilità come servizio. Tale offerta si configura come un mix integrato di diversi servizi di trasporto, pensato per rispondere in maniera efficace e flessibile alle esigenze di spostamento degli utenti. Ogni servizio, con le proprie logiche commerciali e strutture tariffarie, contribuisce a definire il

valore complessivo percepito dall'utente e a influenzare le modalità di aggregazione all'interno della piattaforma MaaS.

Componenti Fondamentali dell'Offerta

Nel cuore di ogni proposta MaaS vi è il Trasporto Pubblico Locale (TPL), riconosciuto come la spina dorsale del sistema. Il TPL, per sua natura un servizio pubblico, viene offerto a costi stabiliti secondo logiche di governance che, almeno nelle fasi iniziali, si discostano da una pura dinamica di mercato. Accanto a questo, il servizio taxi riveste un ruolo strategico: esso colma il divario esistente tra aree urbane ben servite e zone metropolitane meno coperte. Le politiche tariffarie per il taxi possono, infatti, includere meccanismi di incentivazione come bonus o sconti, in funzione di volumi di corse o chilometraggi, rendendo il servizio particolarmente flessibile.

A completamento dell'offerta tradizionale del trasporto pubblico locale (TPL), il MaaS integra una gamma sempre più ampia di servizi complementari. In particolare, le soluzioni di mobilità condivisa – come car sharing, bike sharing, scooter sharing e, più recentemente, il noleggio di monopattini elettrici – rappresentano valide alternative sostenibili per gli spostamenti urbani, contribuendo a ridurre la congestione e l'impatto ambientale. Tuttavia, essi si concentrano prevalentemente nelle aree urbane, lasciando un gap nelle zone extraurbane e regionali. Per superare questo divario, è fondamentale includere ulteriori modalità di trasporto: servizi flessibili on-demand, navette dedicate, e soluzioni di autobus per percorrenze medie e lunghe, che insieme arricchiscono l'esperienza d'uso e offrono un'alternativa competitiva rispetto all'utilizzo dell'auto privata.

In uno scenario con ambizioni di copertura nazionale o internazionale, è probabile che all'interno dell'offerta MaaS assumano sempre maggiore rilevanza servizi di trasporto commerciali, quali treni ad alta velocità (AV), autobus a lunga percorrenza e voli. In questi casi, le logiche tariffarie si orienteranno maggiormente ai prezzi di mercato, mentre il valore offerto agli utenti risiederà nella capacità di accedere a un'unica piattaforma per soddisfare ogni esigenza di viaggio.

Oltre ai servizi tradizionali, l'offerta MaaS si arricchirà progressivamente includendo modalità di trasporto basate sulla condivisione di veicoli privati attraverso piattaforme digitali verticali. Esempi significativi sono il *ride hailing* (come Uber o Lyft), il *car pooling* e il *car sharing Peer-to-Peer*, che stanno trasformando il concetto di proprietà in quello di utilizzo condiviso. In tali casi, i modelli di *pricing* si baseranno sulle specifiche logiche di business dei singoli

operatori, e potranno prevedere scontistiche o vantaggi commerciali in base a accordi dedicati, influenzando il costo finale del “pacchetto” MaaS offerto ai clienti.

Un ulteriore elemento di integrazione riguarda il servizio di noleggio auto. Questo servizio, particolarmente rilevante per esigenze temporanee – ad esempio durante il weekend – si propone di offrire un’alternativa al possesso dell’auto privata, garantendo agli utenti la libertà di spostarsi in maniera autonoma. Si prevede, inoltre, che in futuro si sviluppino servizi di *car leasing*, che permettano un utilizzo prolungato del veicolo a costi mensili o annuali fissi, integrandosi ulteriormente con le soluzioni MaaS.

Un elemento strategico nell’ecosistema MaaS è la gestione intelligente della sosta. In particolare, i parcheggi intermodali possono diventare punti di connessione tra la mobilità privata e quella collettiva, facilitando il passaggio da veicoli personali a soluzioni condivise o di trasporto pubblico. L’integrazione di sistemi di smart parking in queste aree di scambio consente di ottimizzare i flussi di mobilità, ridurre la congestione urbana e limitare l’impatto ambientale complessivo.

Valore per l’Utente e Prospettive Evolutive

Il successo dell’offerta MaaS risiede nella capacità di offrire agli utenti un’esperienza di viaggio completa, semplificata e competitiva, paragonabile a quella percepita dal possesso dell’auto privata. L’integrazione dei vari servizi – dal TPL ai trasporti flessibili, dalla mobilità condivisa al noleggio auto – permette di ottenere vantaggi sia in termini di efficienza che di costi. Una maggiore integrazione porta, inoltre, a un flusso continuo di dati relativi ai comportamenti degli utenti, che può essere sfruttato per modulare l’offerta in maniera dinamica, ottimizzando le risorse e riducendo le esternalità negative, in un circolo virtuoso di miglioramento del sistema. In prospettiva, è atteso un ampliamento dell’offerta MaaS attraverso la nascita di soluzioni orientate a specifici target:

- **Servizi MaaS Locali:** caratterizzati da un’offerta ampia e focalizzata sul territorio urbano, metropolitano o regionale, che mira a sostituire l’uso dell’auto privata per i cittadini e i pendolari.
- **Servizi MaaS Trasversali:** pensati per una copertura nazionale o internazionale, con un focus sulla capillarità del servizio *door-to-door*, integrando anche soluzioni di ultimo miglio.
- **Servizi MaaS Corporate:** dedicati alle aziende per ottimizzare la mobilità dei dipendenti, integrando soluzioni di viaggio casa-lavoro e lavoro-lavoro, e semplificando la gestione delle trasferte con sistemi di fatturazione unificata.

L’Offerta MaaS e il Ruolo dell’Auto

L’evoluzione dell’offerta MaaS si intreccia inevitabilmente con il dibattito sul ruolo dell’auto privata. Se da un lato l’automobile rappresenta storicamente simbolo di libertà e autonomia, dall’altro, i trend attuali mostrano una progressiva inclinazione verso la condivisione, soprattutto tra le nuove generazioni. Diversi studi, tra cui quelli condotti dall’International Transport Forum (2021)⁵ e da McKinsey & Company (2022)⁶, evidenziano come i millennials e la Gen Z siano meno interessati al possesso di un’auto rispetto alle generazioni precedenti, privilegiando soluzioni di mobilità flessibili, digitali e condivise.

In questo contesto, il MaaS può giocare un ruolo di “entry point” per quegli utenti tradizionalmente orientati alla mobilità individuale, offrendo loro alternative integrate e sostenibili che combinino efficienza, economicità e praticità.

L’obiettivo finale è creare un’offerta tale da competere con il valore percepito dell’auto privata, offrendo soluzioni che siano altrettanto rapide, confortevoli e flessibili, ma con un minore impatto ambientale e costi complessivi ridotti. Nelle grandi aree urbane il MaaS potrà aspirare a sostituire, almeno per determinati segmenti di utenti, il veicolo privato, mentre in contesti meno densi e nelle aree extraurbane esso si configurerà come complemento alla mobilità individuale.

1.2.5 Tendenze Future

L’evoluzione del mix di servizi integrati nell’offerta MaaS sarà influenzata anche dai trend emergenti nel settore della mobilità. L’adozione di veicoli elettrici, ad esempio, porterà allo sviluppo di un nuovo ecosistema di servizi: dalla prenotazione di stazioni di ricarica a promozioni tariffarie agevolate, fino a soluzioni innovative per il cambio batterie e la gestione delle flotte. Allo stesso modo, l’integrazione di tecnologie legate alla guida autonoma potrebbe rivoluzionare il panorama della *sharing mobility*, riducendo i costi operativi e migliorando la sicurezza stradale, anche se la piena implementazione di tali servizi richiede ancora investimenti significativi e approfondite valutazioni operative.

In sintesi, l’offerta MaaS si presenta come un sistema dinamico e in continua evoluzione, che mira a integrare un’ampia gamma di servizi di trasporto per offrire un’esperienza d’uso

⁵ **International Transport Forum. (2021).** *The Role of Mobility-as-a-Service (MaaS) in Transport Systems.* OECD Publishing.

⁶ **McKinsey & Company. (2022).** *The Future of Mobility: What’s Next for Consumers, Companies, and Cities.*

completa e personalizzata. L'interconnessione fra TPL, mobilità condivisa, servizi on-demand, noleggio e soluzioni innovative legate all'elettrico e all'autonomo, creerà un ecosistema capace di rispondere in modo flessibile alle diverse esigenze di mobilità, contribuendo a rendere il sistema di trasporto più efficiente, sostenibile e centrato sull'utente.⁷

1.3 Stato di sviluppo del MaaS in Italia

1.3.1 Introduzione al Nuovo Paradigma della Mobilità

La trasformazione della mobilità in Italia si inserisce all'interno di una strategia nazionale più ampia, delineata nel documento "Italia digitale 2026" e sostenuta dagli investimenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Con un finanziamento complessivo di 40 milioni di euro, a cui si aggiungono 16,9 milioni provenienti dal Fondo Complementare, l'iniziativa "**Mobility as a Service for Italy**" costituisce il pilastro di una politica ambiziosa volta a rinnovare radicalmente il sistema di trasporto nazionale. L'obiettivo è quello di integrare nuove tecnologie, piattaforme digitali e modelli di business innovativi per costruire un ecosistema di mobilità più efficiente e sostenibile.

Il progetto si sviluppa attraverso tre linee di intervento principali:

- **Sperimentazione sul territorio:** Attraverso la creazione di laboratori di sperimentazione, verranno testati i servizi MaaS in differenti contesti territoriali, con l'obiettivo di introdurre piattaforme digitali che facilitino la condivisione dei dati e l'interazione fra i vari attori della mobilità. In questo ambito, particolare attenzione viene posta sulla valutazione degli impatti ambientali e socioeconomici, fondamentali per orientare le scelte strategiche future.
- **Creazione di un'infrastruttura tecnologica integrata:** Per favorire l'interoperabilità tra i diversi operatori del settore, il progetto prevede lo sviluppo di una piattaforma aperta denominata "Data Sharing and Service Repository Facilities" (DS&SRF). Questo strumento si configura come un database centralizzato, pensato per raccogliere sia dati statici – come orari, percorsi e frequenze dei servizi di trasporto – sia dati dinamici, come la posizione in tempo reale dei mezzi di sharing o eventuali segnalazioni su

⁷ **AMSPro. (2024).** *Tendenze Future nel Settore dei Trasporti: Previsioni e Innovazioni.*

disservizi. Il DS&SRF sarà integrato con il National Access Point (NAP) e i relativi Regional Access Point (RAP), creando così un punto unico di accesso ai dati sull'offerta di trasporto, sia a livello nazionale che regionale. Questo sistema faciliterà il coordinamento tra i vari attori e supporterà la pianificazione strategica delle politiche di mobilità.

- **Potenziare la digitalizzazione del trasporto pubblico:** Un ulteriore asse strategico prevede il potenziamento della dimensione digitale dei sistemi di trasporto pubblico, con l'obiettivo di abilitare soluzioni quali il pagamento elettronico, sistemi informativi avanzati per gli utenti e servizi per la prenotazione dei viaggi. Questi strumenti sono fondamentali non solo per migliorare l'efficienza e l'accessibilità del servizio, ma anche per favorire una transizione verso un modello cashless, in linea con le esigenze di una mobilità moderna e integrata.

1.3.2 Contesto di Implementazione e Sperimentazioni Territoriali

Nonostante l'adozione del MaaS in Italia sia partita con un leggero ritardo rispetto ad altri Paesi europei – come Olanda, Finlandia, Francia e Spagna – l'iniziativa ha trovato terreno fertile nelle città italiane, dove le sperimentazioni sono state concepite come pilastri per una diffusione capillare del nuovo modello di mobilità.

Negli ultimi anni, molte delle principali città italiane hanno avviato progetti volti a innovare il sistema di mobilità, con un focus particolare sullo sviluppo della bigliettazione elettronica. Questo elemento rappresenta un tassello fondamentale per favorire la diffusione e il consolidamento del modello MaaS. Tuttavia, emergono ancora significative differenze territoriali: le aree urbane e metropolitane godono di infrastrutture più avanzate rispetto alle zone rurali, con un evidente divario anche tra il Nord e il Sud Italia. Ad esempio, mentre i sistemi di pagamento elettronico per il parcheggio e le soste risultano omogenei su scala nazionale, quelli relativi al trasporto pubblico evidenziano disparità di adozione e diffusione, con una percentuale di transazioni digitali particolarmente bassa nel settore della sosta rispetto alla sharing mobility, dove il 100% delle transazioni avviene in modalità cashless.

Tra le esperienze di sperimentazione più rilevanti si segnalano:

- **L'app OpenMove in Trentino e Veneto:** lanciata nel 2015, questa applicazione permette di pianificare itinerari sull'intera rete del trasporto pubblico locale, consultare orari e fermate, acquistare i biglietti con un semplice clic e convalidarli direttamente a bordo dei mezzi. A partire dal 2022, l'app ha introdotto la validazione tramite tecnologia Bluetooth, configurandosi come una delle prime implementazioni di questo tipo su larga scala, sia in Italia che a livello europeo.
- **L'iniziativa del Consorzio UnicoCampania:** con un livello di integrazione molto elevato, questo modello ha permesso di gestire la tariffazione integrata su tutto il territorio campano, aggregando sotto un'unica governance diverse modalità di trasporto. La centralizzazione della gestione dei dati e delle politiche di scambio informativo rappresenta un esempio virtuoso di come superare le criticità legate alla frammentazione territoriale.
- **La piattaforma URBI:** attiva in diverse città italiane, tra cui Milano e Bolzano, URBI è stata selezionata come uno degli operatori MaaS nell'ambito della sperimentazione avviata dal Comune di Milano e ha partecipato anche al progetto "MaaS for Italy" in Alto Adige. L'app consente l'accesso integrato a servizi di car sharing, scooter sharing, bike sharing, taxi e trasporto pubblico, supportando la transizione verso una mobilità multimodale e digitale per i cittadini e per i dipendenti delle aziende coinvolte nella sperimentazione.
- **Progetti pilota nelle città metropolitane:** il bando promosso dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile, in collaborazione con il Dipartimento per la Trasformazione Digitale, ha individuato 13 città metropolitane, suddivise in due categorie: "**leader**" e "**follower**". Le città "*leader*", quali Milano, Roma e Napoli, sono chiamate a sperimentare per prime il nuovo sistema MaaS, mentre le "*follower*" dovranno aderire successivamente, beneficiando dell'esperienza maturata. Il raggiungimento delle milestone è previsto in due fasi: una prima, entro il quarto trimestre del 2023, per garantire il coinvolgimento iniziale di almeno 1.000 utenti (con almeno una città del Mezzogiorno), e una seconda, nel primo trimestre del 2025, che estenderà la sperimentazione alle città "*follower*" e prevede l'adozione di modelli e soluzioni che coprano almeno il 40% delle aree urbane della tornata.

Le modalità di sperimentazione variano tra le città *leader* (**Tabella 2**). Ad esempio, Milano ha optato per coinvolgere direttamente 5.000 sperimentatori senza procedere a una selezione

preliminare degli operatori, mentre Roma ha deciso di selezionare 10.000 utenti, includendo anche il coinvolgimento del mondo accademico. Napoli, d'altra parte, ha scelto di articolare il processo in base alla residenza, aggregando i comuni della città metropolitana e suddividendo l'area in zone definite dai CAP, al fine di garantire una distribuzione equilibrata degli sperimentatori.

Città	Milano	Roma	Napoli
Tipologia di approccio	A monte del processo	Nel processo	Nel processo
Scala di progetto	Comunale	Comunale	Metropolitana
Numero di sperimentatori	5.000	10.000	1.000
Categorie degli sperimentatori	<ul style="list-style-type: none"> - Categorie deboli - Studenti universitari - Lavoratori pendolari - Possessori di auto che superano le soglie ambientali previste da normative 	<ul style="list-style-type: none"> - Residenti - Turisti - Studenti 	Divisione della città metropolitana in 20 zone, gli sperimentatori sono scelti in base all'area in cui risiedono. Ad ogni zona è assegnato un numero di sperimentatori che saranno reclutati.
Numero di MaaS operator	5	8	4
MaaS operator coinvolti	<ul style="list-style-type: none"> - Aci infomobility - We Taxi - Unipol Tech - My Cicero - urbanNext 	<ul style="list-style-type: none"> - Aci Infomobility - Wetaxi - Envision - urbanNext - MooneyGo - Tabnet - UnipolMove - Movevision 	<ul style="list-style-type: none"> - urbanNext - flowbird Italia - My Cicero - Unipol Tech
Coinvolgimento delle università	Nella fase di validazione dei cluster	Selezione dei candidati	Dall'inizio del processo
Tipologia di incentivo	Wallet elettronico e bonus di iscrizione ad ogni piattaforma, sconti a seconda della categoria	Cash back il mese successivo	Cash back il mese successivo
Condizione per l'utente per accedere all'incentivo	Ogni viaggio effettuato e prenotato tramite una app dei MaaS operator	Solo viaggi multimodali effettuati e prenotati tramite una app dei MaaS operator	Ogni viaggio effettuato e prenotato tramite una app dei MaaS operator
Massimo incentivo ottenibile	50%	30%	50%

Tabella 2: schema riepilogativo degli approcci adottati dalle tre città coinvolte nella fase iniziale della sperimentazione.

1.3.3 Governance, Regolamentazione e Infrastruttura Tecnologica

Il successo del modello MaaS in Italia dipende in gran parte dalla definizione di una governance centralizzata che consenta di armonizzare le diversità territoriali e di coordinare efficacemente

gli interventi. In questo contesto, il ruolo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – o di un apposito organismo delegato – diventa cruciale per stabilire regole, normative e standard condivisi. Tale organismo dovrebbe fungere da “Cabina di Regia” per riunire i principali layer del sistema MaaS: quello infrastrutturale, tecnologico, istituzionale e quelli satelliti, garantendo così una gestione centralizzata e coordinata dell’ecosistema.

Un elemento chiave in questa architettura è rappresentato dal DS&SRF (**Figura 7** e **Figura 8**), il quale si inserisce tra gli operatori di trasporto e i MaaS operator, evitando comunicazioni dirette e garantendo un unico punto di raccolta e distribuzione dei dati. Il DS&SRF raccoglie informazioni sia statiche – come orari, itinerari e frequenze – che dinamiche, relative allo stato operativo dei servizi, e le rende accessibili agli utenti finali attraverso interfacce digitali intuitive. La strutturazione di un National Access Point (NAP), integrato con i Regional Access Point (RAP) gestiti dalle Regioni o da enti delegati, permette di creare una rete informativa capillare e interoperabile su scala nazionale.

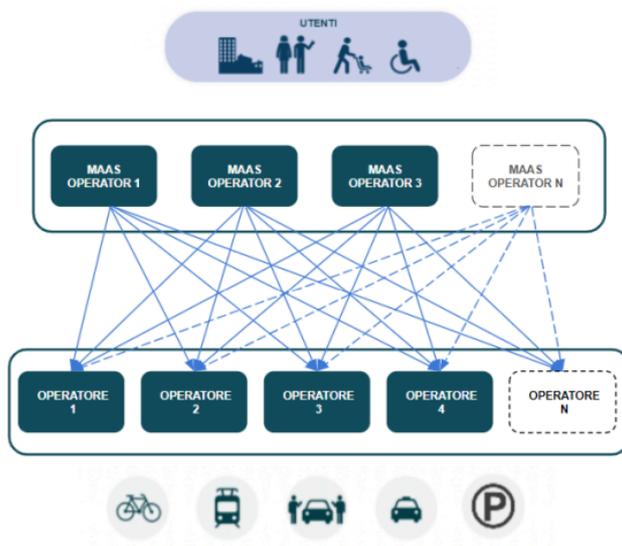


Figura 7: Modello di MaaS senza DS&SFR

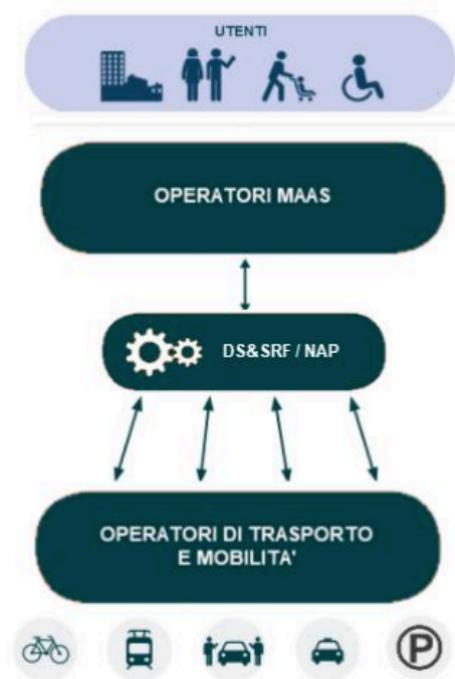


Figura 8: Modello di MaaS che prevede il DS&SFR

Il modello di governance proposto si prefigge, inoltre, di incentivare l'adozione dei sistemi di pagamento elettronico in tutti gli ambiti della mobilità. Nonostante l'adozione dei sistemi *cashless* per la *sharing mobility* sia già al 100%, il settore del trasporto pubblico e della sosta deve ancora superare alcune resistenze, come evidenziato dai bassi tassi di transazione digitale. In quest'ottica, il progetto MaaS non si limita a implementare nuove tecnologie, ma mira anche a diffondere una cultura digitale che favorisca l'uso di strumenti elettronici e la raccolta dati per una pianificazione urbana più efficiente e sostenibile.

1.3.4 Prospettive Economiche, Sociali e Ambientali

L'introduzione del MaaS in Italia rappresenta una leva strategica per la modernizzazione del sistema di trasporto, con impatti che vanno ben oltre il mero ambito tecnologico. Dal punto di vista economico, la centralizzazione e la condivisione dei dati consentono di ottimizzare l'impiego delle risorse, migliorare l'efficienza operativa e stimolare la nascita di nuovi mercati legati alla mobilità. Sul fronte sociale, la sperimentazione del MaaS favorisce l'inclusione e l'accessibilità del servizio, garantendo agli utenti un'esperienza integrata che accompagni l'intero percorso di viaggio, dalla pianificazione all'effettivo spostamento. Infine, dal punto di vista ambientale, la promozione di un sistema di trasporto più efficiente e integrato contribuisce

a ridurre l'impatto ecologico, incentivando modalità di mobilità sostenibili e riducendo il traffico e le emissioni inquinanti.

Il monitoraggio degli impatti – mediante analisi quantitative ex ante, in corso d'opera ed ex post – rappresenta un elemento chiave per valutare l'efficacia degli interventi e orientare l'eventuale revisione delle politiche di settore. La definizione di KPI specifici (Key Performance Indicators) – come il livello di cooperazione tra gli attori, l'ottimizzazione delle risorse, la capacità di attrarre investimenti e il miglioramento della qualità del servizio – consente di misurare con precisione l'evoluzione del sistema, fornendo una base solida per eventuali azioni correttive.

1.3.5 Sfide e Prospettive Future

L'implementazione del MaaS in Italia si configura come un processo complesso, in cui le diversità territoriali, le differenze nelle infrastrutture digitali e la frammentazione della governance rappresentano sfide da superare. La necessità di creare un modello di governance nazionale, che funga da snodo coordinativo tra Regioni, città e operatori privati, emerge con forza dall'analisi delle esperienze sperimentali. L'esperienza del Consorzio UnicoCampania, ad esempio, evidenzia come l'aggregazione delle soluzioni di trasporto sotto un unico ombrello gestionale possa garantire una maggiore efficienza e una migliore integrazione dei servizi, facilitando così il percorso verso una mobilità intelligente e sostenibile.

Parallelamente, il coordinamento fra gli attori del settore richiede l'adozione di nuove competenze, la definizione di standard condivisi e l'implementazione di soluzioni tecnologiche avanzate, che possano rispondere alle esigenze operative e di interoperabilità del sistema. La gradualità di implementazione, evidenziata dalla scelta di separare la raccolta dei dati statici da quelli dinamici – almeno in una fase iniziale – rappresenta un approccio pragmatico per contenere i tempi di risposta e gli investimenti iniziali, ponendo le basi per una futura espansione del sistema.

Infine, il successo del progetto MaaS in Italia dipenderà anche dalla capacità di coinvolgere e fidelizzare gli utenti finali, elemento essenziale per validare l'efficacia degli interventi e per stimolare ulteriormente l'innovazione nell'ambito della mobilità. L'adozione di modelli sperimentali diversificati nelle città *leader*, che prevedono approcci differenti al reclutamento degli sperimentatori e alla gestione dei servizi, offre un banco di prova prezioso per definire strategie operative replicabili su scala nazionale e, successivamente, in contesti internazionali.

1.3.6 Il caso MaaS in Piemonte

Il progetto strategico promosso dalla Regione Piemonte rappresenta un esempio concreto e avanzato di integrazione della mobilità digitale a livello regionale. L'iniziativa punta a favorire la diffusione dei servizi MaaS nell'area urbana e metropolitana di Torino, con l'obiettivo di estendere gradualmente il modello a tutto il territorio piemontese. Al centro di questa trasformazione c'è il sistema BIPforMaaS, una piattaforma di bigliettazione elettronica che, attraverso l'utilizzo di una smart card contactless, consente l'accesso a tutte le modalità di trasporto pubblico disponibili a livello regionale.

La governance del progetto è interamente pubblica, gestita grazie alla stretta collaborazione tra la Regione Piemonte e l'Agenzia per la Mobilità Piemontese. Questo approccio integrato affronta in modo sistemico le diverse dimensioni dello sviluppo del MaaS: dalle esigenze degli utenti, alla definizione di regole e modelli di business, fino alla gestione dei dati e all'adozione degli standard tecnologici necessari per il funzionamento del sistema.

Il percorso progettuale, strutturato su un arco temporale triennale, coinvolge una vasta rete di stakeholder: operatori del trasporto pubblico locale, fornitori di servizi di mobilità condivisa, enti locali e partner nazionali e internazionali, tutti impegnati in un percorso condiviso.

In particolare, nel 2022 la città di Torino ha avviato una nuova offerta di mobilità integrata in collaborazione con 5T S.r.l., articolata in sei pacchetti personalizzabili, che includono "buoni" in euro per differenti tipologie e livelli di spostamento. Questa proposta si rivolge principalmente ai cittadini che scelgono di rinunciare all'uso dell'auto privata, mettendo al centro l'utente e sperimentando le potenzialità del MaaS in un contesto urbano reale.

Il percorso piemontese ha radici ancora più profonde: già nell'estate del 2019 la Regione aveva lanciato il progetto strategico BIPforMaaS, coordinato dalla società in-house 5T, con l'obiettivo di guidare la digitalizzazione del sistema di mobilità regionale e definire un quadro regolatorio per il futuro mercato dei servizi MaaS. Il progetto si distingue per un approccio partecipativo, basato su tavoli di lavoro collaborativi che coinvolgono numerosi attori del settore.

L'obiettivo finale è quello di costruire un ecosistema regionale aperto, fondato sui principi della concorrenza leale e dell'interoperabilità, per incentivare un cambio di paradigma verso soluzioni di mobilità più sostenibili e a basso impatto ambientale. Grazie a questo percorso, la Regione Piemonte si posiziona al livello 4 dei modelli di integrazione del MaaS, configurandosi come punto di riferimento per l'innovazione e la trasformazione del sistema di mobilità su scala regionale

Capitolo 2: Il ruolo dell'Intelligenza Artificiale nei MaaS

2.1 Applicazioni dell'IA nei MaaS

2.1.1 Machine Learning e Analisi Predittiva per la Gestione dei Trasporti

L'evoluzione dell'intelligenza artificiale (IA) sta radicalmente trasformando il modo in cui vengono gestiti i sistemi di trasporto urbano. L'adozione di algoritmi avanzati di machine learning e di tecniche di analisi predittiva consente di elaborare in tempo reale enormi quantità di dati provenienti da fonti eterogenee, come sensori, videocamere, dispositivi IoT e piattaforme digitali. Tale approccio, basato sull'elaborazione di big data, costituisce una soluzione innovativa per ottimizzare la mobilità urbana, in quanto permette non solo di ottimizzare i flussi di traffico e ridurre i tempi di percorrenza, ma anche di intervenire in maniera preventiva per garantire la sicurezza stradale e sostenere una gestione più efficiente ed ecologica dei sistemi di trasporto.

L'integrazione dell'IA nelle reti di trasporto ha aperto la strada a numerose applicazioni operative che interessano sia la gestione del traffico che la pianificazione del trasporto pubblico. Un aspetto fondamentale di questa trasformazione è rappresentato dalla capacità dei modelli di machine learning di apprendere dai dati storici e in tempo reale, riconoscendo pattern e anomalie che potrebbero sfuggire ad un'analisi tradizionale. Attraverso l'analisi predittiva, le amministrazioni e gli operatori di trasporto possono anticipare eventi critici quali picchi di congestione, incidenti o variazioni improvvise nella domanda, intervenendo tempestivamente per minimizzare l'impatto di tali eventi sul sistema di mobilità.⁸

Un esempio concreto di questa applicazione si riscontra nella gestione dinamica degli impianti semaforici. Grazie a piattaforme digitali integrate, i dati relativi alla densità del traffico, alle condizioni meteorologiche e agli eventi programmati vengono analizzati in tempo reale per modulare in maniera flessibile i tempi di attesa ai semafori e regolare i flussi veicolari. In tal modo, non solo si riducono i tempi di percorrenza, ma si contribuisce anche a un'ottimizzazione complessiva del sistema, favorendo una mobilità più fluida ed efficiente.

Un ulteriore campo di applicazione riguarda la manutenzione predittiva delle infrastrutture. Mediante l'impiego di modelli predittivi, è possibile monitorare costantemente lo stato delle strade, dei ponti e degli impianti di segnalazione, individuando segnali di deterioramento prima che si trasformino in guasti critici. Questo approccio proattivo consente di programmare

⁸ OECD. (2021). *Artificial Intelligence in Society: Smart Cities and Mobility*. OECD Publishing.

interventi di manutenzione mirati, riducendo i costi e migliorando la sicurezza del sistema nel suo complesso. Tale monitoraggio continuo e la capacità di intervenire preventivamente sono elementi che, nel tempo, consolidano la resilienza dell'intero sistema di trasporto.

Inoltre, l'applicazione dell'IA trova un ruolo determinante nella gestione e pianificazione del trasporto pubblico. I sistemi di monitoraggio, che sfruttano dati raccolti da tecnologie come l'AVL (*Automatic Vehicle Location*) e reti wireless, permettono di analizzare i flussi di passeggeri in maniera dettagliata, prevedendo le variazioni della domanda in specifici orari o in prossimità di eventi particolari. Tale capacità di anticipare le esigenze permette, inoltre, di ottimizzare l'impiego delle risorse in maniera dinamica, rendendo il sistema di trasporto più adattabile alle fluttuazioni del traffico urbano.

Guardando all'orizzonte, l'integrazione di machine learning e analisi predittiva nei sistemi di trasporto appare come una leva strategica per lo sviluppo di città intelligenti e sostenibili. Le innovazioni tecnologiche in questo campo continueranno a evolversi, migliorando la precisione dei modelli e ampliando le applicazioni in ambito urbano. La convergenza tra IA, *Internet of Things* e *Digital Twin* offrirà nuove opportunità per sviluppare simulazioni sempre più sofisticate, in grado di prevedere e mitigare l'impatto di eventi imprevisti in tempo reale.⁹ Queste innovazioni, se supportate da adeguate politiche di governance e investimenti mirati, contribuiranno a creare un sistema di mobilità che non solo risponda alle esigenze del presente, ma sia in grado di anticipare le sfide del futuro, rendendo la gestione del traffico e la pianificazione delle infrastrutture sempre più precise ed efficienti.

2.1.2 Algoritmi di Ottimizzazione del Traffico e Routing Intelligente

L'evoluzione dell'intelligenza artificiale applicata al settore della mobilità ha portato a innovazioni che vanno ben oltre la semplice gestione operativa dei sistemi di trasporto. In particolare, l'ottimizzazione dei percorsi e il routing intelligente rappresentano ambiti in cui l'IA dimostra un notevole potenziale, grazie all'impiego di algoritmi capaci di elaborare soluzioni ottimali in tempo reale, adattandosi alle condizioni variabili del traffico e riducendo notevolmente i tempi di viaggio.

Uno dei paradigmi più innovativi in questo contesto è la *Swarm Intelligence*. Questo approccio trae ispirazione dai comportamenti collettivi osservabili in natura, come quelli di colonie di formiche, stormi di uccelli o banchi di pesci, nei quali la somma di azioni semplici dei singoli individui dà origine a un'intelligenza collettiva. La *Swarm Intelligence* si fonda sull'idea che,

⁹ **European Commission. (2022).** *AI and Mobility: Smart transport systems powered by artificial intelligence.*

anche se ogni singolo agente dispone di capacità limitate e non ha visibilità sull'intero sistema, le interazioni locali possono portare all'emergere di comportamenti globali altamente efficienti. Un esempio emblematico riguarda il modo in cui le formiche, attraverso il deposito di feromoni, segnalano percorsi che portano alle fonti di cibo. I percorsi più usati, in quanto continuamente rafforzati, risultano emergere come le opzioni più vantaggiose, mentre quelli meno frequentati tendono a scomparire a causa dell'evaporazione del segnale. Questo meccanismo, definito anche stigmergia, ha ispirato algoritmi come *l'Ant Colony Optimization (ACO)*.¹⁰

Nell'ACO, le "formiche virtuali" simulano il comportamento reale degli insetti: ogni iterazione contribuisce a rafforzare o a indebolire i percorsi in base al "feromone digitale" depositato, che funge da indicatore della qualità della soluzione. Tale dinamica consente al sistema di adattarsi continuamente alle variazioni delle condizioni del traffico, trovando percorsi che minimizzano i tempi di percorrenza e migliorano l'efficienza complessiva.

Parallelamente, il *Particle Swarm Optimization (PSO)* si ispira al comportamento collettivo osservato negli stormi di uccelli o nei banchi di pesci. In questo caso, ogni "particella" rappresenta una soluzione potenziale e si muove nello spazio delle soluzioni aggiornando la propria posizione sulla base dell'esperienza personale e dell'influenza del gruppo. Il meccanismo di scambio di informazioni, in cui ogni particella si adatta al comportamento dei vicini, favorisce una convergenza verso soluzioni ottimali, rappresentando così un valido strumento per problemi complessi di routing.¹¹

Accanto agli algoritmi ispirati alla natura, esistono metodi classici di calcolo dei percorsi minimi che continuano a svolgere un ruolo fondamentale nei sistemi di routing intelligente. Tra questi, uno dei più rilevanti è l'algoritmo di **Bellman-Ford**, particolarmente utile quando le condizioni del traffico possono cambiare rapidamente e in modo imprevedibile.¹²

A differenza di altri metodi di routing come l'algoritmo di Dijkstra, che funzionano solo quando tutte le strade (o archi) hanno valori positivi (ad esempio, tempi di percorrenza sempre superiori a zero), l'algoritmo di Bellman-Ford riesce a gestire anche situazioni più complesse. Ad esempio, può trattare scenari in cui alcuni tratti stradali potrebbero avere temporaneamente dei valori "negativi" o comunque molto bassi, riflettendo condizioni particolarmente favorevoli (come corsie preferenziali temporanee o percorsi alternativi improvvisamente disponibili).

¹⁰ Dorigo, M., & Stützle, T. (2004). *Ant Colony Optimization*.

¹¹ Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, 4, 1942–1948. IEEE.

¹² Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*.

Il funzionamento dell'algoritmo è basato su un processo iterativo: il Bellman-Ford prende un punto di partenza (detto nodo sorgente, per esempio una stazione o un punto specifico della città) e valuta progressivamente tutti i collegamenti tra i vari punti, aggiornando continuamente la distanza minima necessaria per raggiungere ciascuna destinazione. Questo processo viene ripetuto più volte per ogni possibile connessione presente nella rete, permettendo alle informazioni sulle condizioni di traffico di propagarsi gradualmente e aggiornarsi costantemente lungo l'intera mappa urbana.

Dopo una serie di iterazioni (pari al numero totale di nodi meno uno), l'algoritmo fornisce i migliori percorsi possibili considerando tutte le variazioni che si sono verificate, assicurando così una soluzione robusta anche in contesti urbani dinamici e spesso imprevedibili. Sebbene in condizioni semplici (ad esempio, percorsi con condizioni stabili) esistano algoritmi più veloci, il Bellman-Ford garantisce una maggiore affidabilità e precisione quando le situazioni di traffico cambiano frequentemente, rendendolo particolarmente adatto per le città moderne dove il traffico può subire variazioni improvvise.

Un ulteriore strumento adottato nel routing intelligente è rappresentato dalla strategia dell'*Equal-Cost Multi-Path (ECMP) routing*. Questa tecnica permette di distribuire il traffico su percorsi multipli aventi lo stesso costo, migliorando così il bilanciamento del carico e sfruttando in maniera ottimale le risorse infrastrutturali. L'ECMP, integrandosi con i protocolli di routing esistenti, consente di ottenere una maggiore affidabilità e una riduzione dei colli di bottiglia, sebbene introduca anche nuove complessità nella gestione della rete, soprattutto in termini di configurazione e monitoraggio dei flussi.¹³

L'applicazione pratica di questi algoritmi si concretizza non solo in sistemi di gestione del traffico, ma anche in innovazioni che mirano a semplificare l'interazione degli utenti con le piattaforme di mobilità.

Questi sviluppi sono particolarmente rilevanti se si considera l'obiettivo di ridurre l'uso dell'auto privata e promuovere soluzioni di trasporto più sostenibili. Attraverso l'analisi in tempo reale dei dati, i sistemi basati su IA sono in grado di personalizzare le opzioni di viaggio, migliorare l'efficienza operativa e supportare i policymaker nella definizione di strategie di mobilità che tengano conto delle dinamiche variabili del traffico urbano. In questo senso, la combinazione di algoritmi ispirati alla *Swarm Intelligence* e metodi classici di routing contribuisce a creare una rete di trasporto più resiliente e reattiva.

¹³ Cisco Systems. (2021). *Equal-Cost Multi-Path Routing (ECMP)*.

Per riassumere, l'adozione di algoritmi di ottimizzazione del traffico e di routing intelligente rappresenta uno dei pilastri fondamentali per la trasformazione digitale della mobilità. Le tecniche basate sulla *Swarm Intelligence*, come l'ACO e il PSO, permettono di sfruttare la potenza del comportamento collettivo per individuare percorsi ottimali in modo dinamico e adattivo, mentre metodi consolidati come l'algoritmo di Bellman-Ford e l'ECMP garantiscono soluzioni affidabili anche in presenza di condizioni di traffico complesse e variabili. L'integrazione di questi strumenti in piattaforme avanzate, che interagiscono direttamente con gli utenti attraverso interfacce intelligenti, apre la strada a una gestione del traffico sempre più efficiente e sostenibile, in grado di rispondere alle esigenze di un'urbanizzazione in continua evoluzione.

2.1.3 Automazione e Chatbot per il Customer Service

L'adozione di chatbot e assistenti virtuali basati su intelligenza artificiale sta trasformando radicalmente il modo in cui le organizzazioni gestiscono la customer experience nel settore dei trasporti.¹⁴ Questi strumenti, alimentati da algoritmi di machine learning e modelli linguistici avanzati, non solo consentono di rispondere in modo immediato alle richieste degli utenti, ma migliorano l'intera interazione fornendo informazioni aggiornate e personalizzate su percorsi, orari e disponibilità dei mezzi in tempo reale.

In primo luogo, è importante evidenziare come l'integrazione di sistemi di AI nel customer service rappresenti una risposta efficace alla crescente complessità dei canali di interazione. Con l'aumento del numero di punti di contatto – dai tradizionali call center a sistemi digitali come chat, social media e app – diventa indispensabile disporre di un'interfaccia che possa coordinare in modo efficiente e senza soluzione di continuità il flusso di informazioni. I chatbot si configurano in questo scenario come il primo strato di interazione, capaci di elaborare rapidamente i dati raccolti e di fornire risposte coerenti e contestualmente rilevanti.

Un esempio significativo di questa rivoluzione è offerto dal progetto NIC-O (*New Intelligent Communication*) sviluppato dall'azienda municipalizzata del trasporto pubblico di Bari, AMTAB.¹⁵ Questo avanzato sistema di chatbot, basato su tecnologie generative come ChatGPT, non si limita a rispondere a domande standard, ma è progettato per interagire in modo articolato con l'utente, offrendo supporto nella navigazione del sito web, nella selezione dei servizi di trasporto e nella gestione di richieste complesse. Grazie all'utilizzo di algoritmi di apprendimento automatico, NIC-O è in grado di adattarsi alle esigenze specifiche dei

¹⁴ **Goodman, R. S., Patrinely, J. R., & Stone, C. A. Jr. (2023).** *Accuracy and Reliability of Chatbot Responses to Physician Questions.*

¹⁵ **AMTAB. (2023).** Progetto AMTAB "Chatbot".

viaggiatori, diventando di fatto un travel planner virtuale che guida passo-passo l'utente nell'organizzazione del proprio percorso.

Un ulteriore aspetto che rende queste soluzioni particolarmente interessanti è la loro capacità di operare in modo continuo e in tempo reale. L'automazione garantita dai chatbot assicura un supporto 24/7, fondamentale in un contesto in cui le esigenze degli utenti possono emergere in qualsiasi momento. Grazie a questa disponibilità costante, gli utenti possono ottenere informazioni immediate su eventuali ritardi, cambi di itinerario o variazioni degli orari, riducendo significativamente i tempi di attesa e migliorando l'efficienza complessiva del servizio di trasporto.

Parallelamente, l'integrazione di queste tecnologie all'interno di piattaforme MaaS (Mobility as a Service) contribuisce a creare un ecosistema di mobilità sempre più interconnesso. I dati provenienti da diverse fonti – sensori, dispositivi IoT, applicazioni mobile e sistemi CRM – vengono analizzati in tempo reale e utilizzati per personalizzare l'esperienza di viaggio. In questo contesto, i chatbot non fungono solo da canale di comunicazione, ma anche da strumenti di analisi che raccolgono feedback e interagiscono con gli utenti per identificare eventuali criticità, anticipare esigenze e fornire raccomandazioni personalizzate. Ad esempio, attraverso l'analisi dei dati raccolti, un assistente virtuale può suggerire percorsi alternativi in caso di congestione o ritardi, oppure proporre soluzioni integrate che combinano trasporto pubblico, car sharing e biciclette elettriche, in modo da ottimizzare l'esperienza complessiva del viaggiatore.

Il vantaggio competitivo di queste soluzioni risiede anche nella capacità di automatizzare compiti ripetitivi, permettendo agli operatori umani di concentrarsi su problematiche più complesse e strategiche. Attraverso tecnologie come l'auto-sommarizzazione, i chatbot possono infatti sintetizzare le informazioni chiave delle interazioni precedenti, riducendo il carico amministrativo e migliorando la precisione delle risposte fornite agli utenti. Questo aspetto si traduce in un notevole risparmio di tempo e risorse, con un impatto positivo sulla produttività complessiva del contact center.

L'integrazione di funzionalità multilingue nei chatbot consente di estendere il supporto anche ai turisti e ai pendolari internazionali, favorendo una comunicazione più inclusiva e migliorando la fruibilità del servizio per una platea diversificata di utenti. Tale funzionalità è particolarmente importante nel settore dei trasporti, dove la mobilità internazionale e il turismo richiedono strumenti capaci di comunicare efficacemente in più lingue e adattarsi a differenti contesti culturali.

Infine, l'integrazione di AI e machine learning nei sistemi di customer service consente di realizzare un feedback continuo che permette al sistema di evolversi e migliorare nel tempo. Grazie a tecniche di apprendimento automatico, i chatbot acquisiscono sempre più informazioni sul comportamento degli utenti, affinando le proprie risposte e ottimizzando l'interazione in base a dati sempre più precisi. Questo processo di miglioramento continuo porta a una customer experience sempre più personalizzata, in cui ogni interazione contribuisce a incrementare la soddisfazione e la fedeltà del cliente.

Dunque, l'automazione e l'uso di chatbot per il customer service rappresentano una componente strategica nella trasformazione digitale del settore della mobilità. Questi strumenti, grazie alla capacità di fornire informazioni aggiornate in tempo reale, di personalizzare l'esperienza utente e di automatizzare compiti ripetitivi, contribuiscono in modo significativo a creare un ecosistema di trasporto più efficiente, sicuro e orientato al cliente. L'evoluzione di tali tecnologie, insieme a un'attenta gestione dei dati e a una strategia di governance adeguata, aprirà nuove prospettive per il futuro della customer experience nel settore della mobilità, rendendo le interazioni sempre più fluide e integrative.

2.2 Impatti dell'IA sulla customer experience

2.2.1 Personalizzazione dei percorsi e raccomandazioni basate sui dati

L'adozione dell'Intelligenza Artificiale all'interno delle piattaforme Mobility as a Service (MaaS) ha introdotto innovazioni significative nella personalizzazione dei servizi di mobilità, consentendo una profonda trasformazione della customer experience. Un aspetto centrale di tale trasformazione riguarda proprio la capacità delle piattaforme MaaS di offrire percorsi personalizzati e raccomandazioni su misura, costruite sulla base delle preferenze individuali, delle abitudini e delle esigenze specifiche degli utenti.

In tale prospettiva, la personalizzazione della mobilità si articola principalmente in due dimensioni complementari: la selezione personalizzata dei cosiddetti "piani MaaS" e la raccomandazione dinamica degli itinerari durante l'utilizzo quotidiano di tali servizi.

In primo luogo, la scelta di un piano MaaS adeguato può rivelarsi un'operazione cognitivamente complessa per l'utente finale, soprattutto in presenza di una vasta gamma di opzioni disponibili. I piani MaaS, infatti, integrano numerosi servizi di trasporto, pubblici e privati, come trasporto pubblico, taxi, car sharing, bike sharing, auto a noleggio e servizi complementari (parcheggi, stazioni di ricarica per veicoli elettrici). Ogni servizio ha diverse caratteristiche e modalità d'uso, rendendo arduo per gli utenti identificare autonomamente il pacchetto più adatto ai propri bisogni quotidiani o occasionali.

A questo proposito, recenti studi (Polydoropoulou et al., 2018; 2019)¹⁶ hanno evidenziato come gli utenti esprimano esplicitamente la necessità di sistemi intelligenti in grado di "apprendere" automaticamente le loro preferenze e abitudini, per suggerire così MaaS plans sempre più personalizzati. A tal fine, sono stati sviluppati sistemi di raccomandazione avanzati, basati su tecniche di *Constraint Satisfaction Problem* (CSP). Questo approccio permette di ridurre notevolmente lo spazio di ricerca attraverso l'identificazione di vincoli legati alle caratteristiche degli utenti (ad esempio, il possesso di una patente di guida o la frequenza d'uso di specifiche modalità di trasporto), filtrando dinamicamente le alternative non coerenti con il profilo utente. In particolare, l'utilizzo di sistemi di raccomandazione basati sui vincoli (*constraint-based recommender systems*) garantisce che il processo di personalizzazione sia accurato e tempestivo. L'utente interagisce con un'interfaccia grafica che acquisisce informazioni relative alle sue abitudini di mobilità e preferenze tramite domande mirate: ad esempio, frequenza nell'uso del trasporto pubblico, abitudini di car sharing o preferenze per bike sharing e taxi. Le

¹⁶ Polydoropoulou, A., Pagoni, I., & Tsimpa, A. (2018). Ready for Mobility as a Service? Insights from stakeholders and end-users. *Travel Behaviour and Society*, 21(2).

risposte vengono elaborate da un motore CSP (*Constraint Satisfaction Problem*) che restringe drasticamente lo spazio di soluzioni, individuando così le proposte di mobilità maggiormente in linea con i requisiti utente. La lista finale di MaaS plans viene poi ulteriormente raffinata tramite una funzione di similarità pesata, che attribuisce un punteggio di affinità basato sulle preferenze espresse dagli utenti. I risultati, classificati attraverso un algoritmo di ranking, vengono presentati in ordine decrescente di corrispondenza al profilo, facilitando l'individuazione rapida delle opzioni di viaggio più adatte.

Parallelamente, la personalizzazione delle raccomandazioni non si limita alla scelta iniziale del MaaS plan, ma si estende all'intera esperienza quotidiana di mobilità attraverso l'uso di sistemi di raccomandazione dinamici sui percorsi (*MaaS Route Recommender*). Questi sistemi, integrati nelle piattaforme MaaS, elaborano automaticamente liste personalizzate di percorsi multimodali e unimodali, strutturate e ordinate sulla base di diverse variabili: le preferenze esplicite degli utenti, il contesto ambientale e meteorologico, la disponibilità residua delle quote previste dal MaaS plan e specifici obiettivi strategici degli operatori MaaS, quali la sostenibilità o la promozione di determinate modalità di trasporto.

Un elemento chiave di questi sistemi è l'architettura delle scelte (*choice architecture*), che prevede tecniche di progettazione dei percorsi finalizzate a influenzare positivamente le decisioni degli utenti. Tra queste tecniche vi sono la creazione di opzioni di default (default options), la classificazione delle alternative di viaggio tramite un calcolo di utilità personalizzata e il “*nudging*” – ovvero l'incentivo gentile verso scelte sostenibili o strategicamente desiderabili per l'operatore MaaS.

Ad esempio, i sistemi possono automaticamente filtrare e rimuovere dai suggerimenti di viaggio quei percorsi che risultano inappropriati per il profilo dell'utente, quali quelli che prevedano lunghi tragitti a piedi o in bicicletta non compatibili con le preferenze espresse in precedenza dall'utente stesso. Contestualmente, il sistema attribuisce un punteggio di utilità a ciascun percorso, calcolato sulla base di informazioni quali la distanza totale, il costo, l'impatto ambientale stimato e il grado di rispondenza ai vincoli del piano MaaS sottoscritto.

Il risultato finale di questo complesso processo di elaborazione dati e personalizzazione è una lista ordinata di alternative multimodali e unimodali, presentata all'utente in maniera chiara e immediata. Ciò consente una fruizione ottimale del servizio, riducendo gli sforzi cognitivi legati alla scelta delle modalità di spostamento e migliorando sensibilmente la *user experience* complessiva.

Inoltre, l'efficacia di questi strumenti è incrementata dalla capacità delle piattaforme di acquisire informazioni continuative sul comportamento reale degli utenti durante l'utilizzo

quotidiano del MaaS. L'analisi in tempo reale e storica delle scelte di viaggio consente ai sistemi di raccomandazione di affinare continuamente i modelli predittivi, proponendo con crescente precisione alternative di mobilità che rispecchino non solo le preferenze generali, ma anche le abitudini e i cambiamenti nelle esigenze di mobilità degli utenti nel tempo.

In conclusione, l'integrazione delle tecnologie di IA nella personalizzazione dei percorsi e nelle raccomandazioni basate sui dati rappresenta un elemento imprescindibile per il successo e l'accettazione diffusa delle piattaforme MaaS. Grazie a una profonda comprensione delle preferenze individuali, della variabilità contestuale e delle strategie operative degli operatori, le piattaforme MaaS dotate di queste capacità riescono a creare esperienze di mobilità più coinvolgenti, efficienti e sostenibili, guidando l'utente in un processo decisionale informato e ottimale, capace di adattarsi continuamente alle mutevoli esigenze della mobilità urbana contemporanea.

2.2.2 AI e pricing dinamico: opportunità e rischi

L'applicazione dell'intelligenza artificiale al settore della mobilità ha introdotto modelli innovativi di tariffazione dinamica, capaci di adattarsi rapidamente e precisamente alle variazioni della domanda, alle condizioni di traffico e alle preferenze degli utenti. Tale evoluzione rappresenta un'importante leva strategica per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei servizi MaaS, ma al contempo pone delicate questioni legate a equità, trasparenza e accessibilità ai trasporti urbani.

In primo luogo, l'intelligenza artificiale consente di implementare strategie di pricing dinamico estremamente sofisticate grazie all'elaborazione continua di numerose variabili in tempo reale. Tra queste variabili figurano, oltre ai classici indicatori di domanda e offerta, anche fattori come la congestione delle reti stradali, gli eventi locali, le condizioni meteorologiche, i costi operativi e lo stato di manutenzione della flotta e delle infrastrutture.

Secondo il dettagliato studio di Turan, Pedarsani e Alizadeh (2019)¹⁷, dedicato specificamente alla mobilità elettrica autonoma on-demand, l'applicazione di modelli predittivi avanzati basati su IA, come il *reinforcement learning* e tecniche di clustering dei dati degli utenti, permette di ottimizzare contemporaneamente la gestione operativa delle flotte e la soddisfazione degli utenti.

¹⁷ **Turan, B., & Alizadeh, M. (2020).** Competition in electric autonomous mobility-on-demand systems. *IEEE Transactions on Control, Engineering, Economics*.

Ad esempio, le simulazioni realizzate nelle città di Manhattan e San Francisco dimostrano come algoritmi di pricing dinamico siano riusciti a ridurre significativamente i tempi di attesa e la congestione delle reti urbane, garantendo una distribuzione più equilibrata ed efficiente delle risorse. Tali strategie, modulate dall'intelligenza artificiale, hanno inoltre permesso di incentivare gli utenti a modificare le proprie abitudini di viaggio, spostando i loro tragitti al di fuori degli orari di punta e contribuendo a una gestione più sostenibile dei sistemi di mobilità. Le opportunità legate all'implementazione del pricing dinamico tramite IA risultano quindi molteplici e rilevanti. Dal punto di vista degli operatori MaaS, questo approccio permette di adattare in modo agile le tariffe in base ai picchi di domanda, consentendo una massimizzazione della redditività e una gestione più efficace delle risorse, come ad esempio veicoli, stazioni di ricarica elettrica e infrastrutture di supporto.

Al contempo, l'utente finale può trarre beneficio da tariffe flessibili e personalizzate che rispondano alle sue esigenze specifiche, incentivandolo ad adottare soluzioni di mobilità più sostenibili rispetto all'utilizzo dell'auto privata. La possibilità di offrire sconti personalizzati agli utenti che optano per mezzi più ecologici (biciclette elettriche, monopattini, veicoli elettrici condivisi) può favorire un reale cambiamento nei comportamenti degli individui, contribuendo a ridurre la congestione urbana e le emissioni.

Tuttavia, accanto ai benefici emergono diverse criticità che richiedono una particolare attenzione. L'aspetto più delicato riguarda le implicazioni etiche e sociali che derivano dall'adozione estesa di un pricing fortemente variabile e modulato dall'IA.

Un incremento tariffario eccessivo nelle fasce orarie di maggior domanda, fenomeno noto come "*surge pricing*", già osservato in piattaforme come Uber e Lyft, potrebbe generare barriere economiche per fasce d'utenza meno abbienti o svantaggiate, limitando il loro accesso a servizi essenziali. In assenza di adeguate regolamentazioni, l'adozione di un pricing dinamico non bilanciato potrebbe amplificare le disuguaglianze esistenti nella mobilità urbana, creando un sistema di trasporto efficace dal punto di vista economico ma socialmente poco equo.

La percezione negativa da parte degli utenti rispetto a variazioni tariffarie percepite come arbitrarie o non trasparenti rappresenta un ulteriore rischio rilevante. È essenziale, pertanto, che le piattaforme MaaS adottino pratiche di comunicazione chiare ed efficaci, volte a spiegare le ragioni alla base dei cambiamenti tariffari. Strumenti come notifiche anticipate, soglie di spesa impostabili dagli utenti e la disponibilità di abbonamenti con tariffe calmierate possono contribuire a ridurre l'insoddisfazione, migliorando la fiducia e l'accettazione da parte dell'utente finale.

Per gestire questi rischi, è fondamentale una governance regolatoria chiara e ben strutturata che definisca limiti e regole precise per il pricing dinamico. Misure possibili includono l'introduzione di un tetto massimo per la tariffazione durante periodi critici, l'istituzione di tariffe speciali per servizi essenziali o l'implementazione di pacchetti agevolati per categorie svantaggiate, garantendo così equità e accessibilità a tutti gli utenti.

Inoltre, è importante analizzare esempi concreti di implementazione virtuosa del pricing dinamico basato su IA nel contesto MaaS. Piattaforme come Whim e Moovel rappresentano casi studio significativi in cui l'uso intelligente dei dati degli utenti e delle strategie di pricing dinamico ha permesso di promuovere efficacemente comportamenti di mobilità sostenibile e una gestione ottimizzata della domanda.

Whim, ad esempio, attraverso abbonamenti mensili con tariffe fisse integrate a modelli dinamici, ha garantito una prevedibilità delle spese, consentendo agli utenti di pianificare i loro spostamenti senza sorprese economiche, incentivando al tempo stesso un comportamento di mobilità sostenibile.

Il pricing dinamico basato sull'intelligenza artificiale rappresenta una grande opportunità per la trasformazione del settore della mobilità urbana, offrendo la possibilità di gestire la domanda con maggiore efficienza e incentivare l'adozione di soluzioni più sostenibili e personalizzate. Allo stesso tempo, però, esso introduce importanti criticità che devono essere attentamente affrontate mediante politiche regolatorie e una governance equilibrata, al fine di garantire equità, trasparenza e inclusività. Solo attraverso questo approccio combinato sarà possibile sfruttare al massimo le potenzialità offerte dall'IA, costruendo un sistema di mobilità intelligente che risponda realmente alle esigenze di tutti i cittadini, coniugando efficienza economica e sostenibilità sociale.

2.2.3 Accessibilità e inclusività della mobilità intelligente

L'intelligenza artificiale, integrata nelle piattaforme MaaS, offre strumenti concreti per migliorare l'accessibilità e l'inclusione nei sistemi di trasporto, in particolare per le persone con disabilità. Grazie all'analisi dei dati in tempo reale e all'apprendimento automatico, le piattaforme MaaS possono adattare l'esperienza di viaggio in base a limitazioni motorie, sensoriali o cognitive, suggerendo percorsi accessibili, tempi di percorrenza realistici e opzioni di trasporto alternative. In questo modo, l'IA diventa una leva strategica per garantire un accesso equo e personalizzato alla mobilità urbana.

Un ambito chiave è lo sviluppo di interfacce digitali inclusive all'interno delle app MaaS, che utilizzano tecnologie vocali avanzate, feedback tattili (aptici), e funzioni di assistenza automatizzata. Queste soluzioni sono progettate per supportare utenti con disabilità visive, uditive o cognitive, facilitando l'interazione con i servizi digitali di trasporto. Ad esempio, chatbot intelligenti integrati nei MaaS possono rispondere a richieste personalizzate, fornendo informazioni in tempo reale su orari, ritardi o percorsi accessibili, riducendo le barriere informative e migliorando l'autonomia degli utenti.¹⁸

L'integrazione dell'IA con le infrastrutture urbane intelligenti – come attraversamenti pedonali adattivi, semafori intelligenti e punti di interscambio accessibili – consente di pianificare spostamenti in sicurezza per categorie vulnerabili.¹⁹ Tali funzionalità, interconnesse con le app MaaS, permettono di proporre soluzioni che evitano barriere architettoniche e considerano le condizioni ambientali in tempo reale. Ad esempio, un sistema predittivo può indicare l'orario ottimale per attraversare una strada in base al flusso veicolare o consigliare un mezzo alternativo in caso di ascensori non funzionanti in metropolitana.

Un caso significativo che illustra le potenzialità dell'IA nei MaaS accessibili è rappresentato dallo studio di Grigioni et al. (2024)²⁰, che ha sviluppato un sistema basato su sensori e algoritmi intelligenti per supportare in sicurezza l'attraversamento pedonale da parte di utenti con mobilità ridotta. Pur in fase sperimentale, la tecnologia proposta – pensata per essere integrata anche in sistemi MaaS – dimostra come l'IA possa offrire soluzioni dinamiche e sicure, migliorando l'interazione tra utente e ambiente urbano.

Tecnologie avanzate per un trasporto inclusivo: il ruolo dell'IA nella sicurezza e nell'accessibilità dei sistemi di mobilità

Numerose tecnologie emergenti supportate dall'IA stanno contribuendo a rafforzare ulteriormente il potenziale inclusivo dei MaaS, soprattutto in termini di sicurezza e autonomia. Grazie all'impiego di algoritmi avanzati e all'integrazione di tecnologie digitali nelle piattaforme di mobilità (MaaS), l'IA consente di offrire soluzioni altamente personalizzate, che rispondono concretamente alle esigenze di ciascun utente.

In particolare, le piattaforme MaaS supportate dall'IA facilitano l'interazione continua tra veicoli e infrastrutture urbane intelligenti, come semafori adattivi, percorsi pedonali accessibili

¹⁸ UITP – International Association of Public Transport. (2022). *AI in Public Transport: Opportunities for Accessibility and Inclusion*.

¹⁹ Eurocities. (2021). *Inclusive Mobility: Making MaaS Accessible for All*.

²⁰ Grigioni, S., Ferretti, A., & Magliocchetti, L. (2024). *Artificial Intelligence-Based Safety Systems for Smart Urban Mobility: Supporting Autonomous Wheelchairs Crossing*. *Journal of Intelligent Transportation Systems*.

e punti di interscambio tra diverse modalità di trasporto. Attraverso algoritmi predittivi e sistemi avanzati di analisi dei dati, è possibile individuare percorsi ottimizzati che tengano conto delle specifiche limitazioni motorie o sensoriali degli utenti, evitando barriere architettoniche e situazioni potenzialmente pericolose.

Un ulteriore esempio significativo riguarda i sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems), particolarmente rilevanti per utenti con disabilità motoria che necessitano di supporto nella guida. Tecnologie come il cruise control adattivo, che mantiene automaticamente velocità e distanza adeguate rispetto agli altri veicoli, o la frenata automatica di emergenza, rappresentano soluzioni pratiche che incrementano sensibilmente la sicurezza e l'autonomia degli utenti con disabilità durante gli spostamenti.

Allo stesso tempo, l'IA permette lo sviluppo di app e sistemi digitali inclusivi che garantiscono agli utenti con disabilità di pianificare facilmente e in sicurezza i propri spostamenti. Attraverso interfacce intuitive, basate su comandi vocali avanzati, feedback aptici e assistenza in tempo reale, queste app offrono informazioni dettagliate riguardo a disponibilità di parcheggi accessibili, orari dei mezzi pubblici adattati alle esigenze specifiche, e aggiornamenti istantanei su eventuali ostacoli o deviazioni nei percorsi selezionati.

Tuttavia, la realizzazione pratica di questi benefici richiede di affrontare alcune criticità, prima fra tutte la necessità di standardizzare le soluzioni tecnologiche adottate nelle diverse piattaforme MaaS. Inoltre, è fondamentale garantire che tali soluzioni risultino economicamente accessibili a tutte le fasce della popolazione, evitando così il rischio di accentuare ulteriormente le disparità sociali. Per risolvere tali problematiche, risulta indispensabile una stretta collaborazione tra istituzioni, aziende tecnologiche e associazioni di persone con disabilità, in modo da definire criteri chiari e universali per l'accessibilità della mobilità intelligente.

L'intelligenza artificiale rappresenta un'opportunità concreta per promuovere una mobilità più inclusiva ed equa e affinché ciò si realizzi appieno, occorre integrare tali innovazioni tecnologiche con politiche sociali efficaci, capaci di garantire non solo un accesso universale ai servizi digitali della mobilità intelligente, ma anche una concreta risposta ai bisogni quotidiani delle persone con disabilità.

2.3 Benefici ambientali e sociali dell'IA nei MaaS

2.3.1 Riduzione della congestione urbana

La congestione del traffico rappresenta una delle principali sfide per la mobilità urbana contemporanea, con ripercussioni significative in termini di inquinamento atmosferico, consumo di carburante e tempi di percorrenza. In questo contesto, l'intelligenza artificiale, come abbiamo già analizzato nel capitolo precedente, sta emergendo come una soluzione innovativa ed efficace per affrontare tale problema, offrendo strumenti avanzati per la gestione dinamica del traffico. Tra le strategie più efficaci rientrano l'ottimizzazione del flusso veicolare, la sincronizzazione dei semafori e la proposta di percorsi alternativi in tempo reale, favorendo anche l'integrazione con soluzioni di mobilità condivisa e piattaforme Mobility as a Service.

Uno degli approcci più promettenti consiste nell'applicazione di tecniche di apprendimento automatico, in particolare l'apprendimento per rinforzo, per la sincronizzazione degli incroci semaforizzati. Tale metodo prevede che ogni incrocio regolato da semafori venga trattato come un agente intelligente, capace di analizzare in tempo reale il flusso dei veicoli e di adattare la propria logica di funzionamento per minimizzare la formazione di code. Ogni agente raccoglie dati dai sensori installati nei pressi dell'incrocio (come spire magnetiche o telecamere) e li elabora per decidere come modificare i tempi semaforici. Questo processo si basa su una logica cooperativa e competitiva tra gli agenti, finalizzata al raggiungimento di un equilibrio che ottimizzi il flusso veicolare nell'intera rete urbana.

I risultati condotti attraverso simulazioni con il software SUMO (*Simulation of Urban Mobility*) hanno evidenziato come la sincronizzazione dei semafori tramite IA possa determinare una riduzione significativa delle code, specialmente nelle fasi critiche del traffico. In una simulazione condotta su una rete stradale di Bologna, ad esempio, l'implementazione di questa tecnologia ha permesso di ridurre in modo evidente il numero di veicoli in movimento durante le fasi finali della simulazione, rispetto a uno scenario privo di sincronizzazione. Questo risultato ha portato non solo a una maggiore fluidità del traffico, ma anche a una diminuzione rilevante delle emissioni di inquinanti come gli ossidi di azoto (NOx) e a una riduzione dei consumi di carburante.²¹

Oltre ai benefici in termini ambientali e di efficienza energetica, la riduzione della congestione veicolare contribuisce indirettamente anche a migliorare la sicurezza stradale. Un traffico più

²¹ <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/lintelligenza-artificiale-al-semaforo-cosi-riduce-code-consumi-e-inquinamento> (2021)

fluido, infatti, riduce il rischio di incidenti e migliora l'esperienza di guida, limitando le situazioni di stress e frenesia che spesso si verificano in presenza di lunghe code.

L'integrazione dell'IA nei sistemi di gestione del traffico si inserisce quindi in una più ampia visione di mobilità urbana sostenibile, nella quale soluzioni basate su big data, piattaforme digitali e sistemi di trasporto cooperativi (C-ITS) consentono una governance del traffico più efficace e incentrata sulle esigenze dell'utente. L'adozione di queste tecnologie, se affiancata da una pianificazione strategica mirata e dall'impiego di personale qualificato, rappresenta un passo fondamentale verso città più vivibili, efficienti e sostenibili.

Per comprendere meglio l'applicazione di queste tecnologie, si analizzeranno tre esempi significativi che dimostrano come l'IA e le piattaforme digitali possano contribuire alla riduzione della congestione urbana attraverso strategie diverse ma complementari.

Il caso di Kunming e l'uso del Digital Twin

L'impiego delle Digital Twin Cities²² sta assumendo un ruolo sempre più rilevante nella gestione del traffico urbano, grazie alla capacità di queste piattaforme di integrare dati provenienti da molteplici fonti per simulare, monitorare e prevedere le condizioni del traffico in tempo reale. Tra i casi studio più significativi, il progetto implementato nella città di Kunming, capitale della provincia cinese dello Yunnan, rappresenta un esempio concreto di come l'applicazione di questa tecnologia possa contribuire a ridurre la congestione veicolare e migliorare la mobilità urbana.

La città di Kunming, storicamente afflitta da gravi problemi di congestione stradale, ha introdotto il *Kunming Intelligent Transportation Project*, una piattaforma digitale avanzata basata sul modello del Digital Twin. Questo sistema è stato progettato per offrire una rappresentazione tridimensionale in scala reale della rete viaria urbana, includendo strade, intersezioni, flussi veicolari e dispositivi di regolazione del traffico. Il digital twin di Kunming si configura come una replica virtuale dell'intero sistema di trasporto cittadino, costantemente aggiornata grazie ai dati provenienti da sensori stradali, videocamere, radar e altre fonti di monitoraggio.

Il Digital Twin di Kunming analizza il traffico su tre livelli: a livello macroscopico, monitora i flussi su vasta scala e identifica le aree più congestionate; a livello mesoscopico, traccia le traiettorie individuali dei veicoli per individuare dinamiche di traffico più precise; infine, a

²² Serafino, A. (2021, aprile 12). *Digital Twin Cities: il report WEF-CAICT e i casi studio di città intelligenti*. Tech4Future.

livello microscopico, il sistema rileva in tempo reale la formazione di code e i tempi di attesa ai semafori, ottimizzando i cicli semaforici per migliorare la fluidità del traffico.

L'approccio multilivello adottato dalla piattaforma Digital Twin di Kunming ha permesso di ottenere risultati significativi in termini di riduzione della congestione stradale. Questo miglioramento è stato reso possibile dall'utilizzo del digital twin per simulare in anticipo l'impatto delle decisioni sul traffico, consentendo alle autorità cittadine di adottare strategie preventive e migliorative, come la modifica dinamica dei tempi semaforici o la deviazione del traffico verso percorsi alternativi.

Un ulteriore vantaggio del sistema implementato a Kunming risiede nella sua capacità di rilevare tempestivamente situazioni di emergenza, come incidenti o violazioni del codice della strada. Grazie all'integrazione di dati in tempo reale, il sistema consente agli operatori del traffico di intervenire con rapidità ed efficacia, limitando l'impatto negativo di eventi imprevisti sulla viabilità urbana.

L'esperienza di Kunming evidenzia il potenziale del modello Digital Twin nel trasformare la gestione del traffico urbano da un approccio reattivo a uno proattivo. La possibilità di simulare scenari e valutare in anticipo le conseguenze di interventi infrastrutturali o regolatori si traduce in una gestione più efficiente e sostenibile della mobilità cittadina.

Inoltre, la piattaforma Digital Twin contribuisce in modo significativo al miglioramento della sostenibilità ambientale. Ottimizzando i flussi veicolari e riducendo i tempi di attesa, il sistema ha favorito una sensibile riduzione del consumo di carburante e delle emissioni di gas serra, contribuendo così agli obiettivi di mobilità sostenibile.

Tuttavia, l'efficacia di tali soluzioni dipende fortemente dalla qualità e dalla quantità dei dati raccolti, nonché dalla capacità delle infrastrutture urbane di supportare sistemi digitali avanzati. Pertanto, il successo di queste tecnologie richiede investimenti continui in risorse tecnologiche e capitale umano qualificato.

L'esempio di Kunming dimostra come l'applicazione di tecnologie avanzate, come i digital twin, possa offrire soluzioni concrete per risolvere i problemi legati alla congestione urbana. La capacità di combinare dati provenienti da diverse fonti, di elaborare simulazioni accurate e di fornire strumenti predittivi avanzati rappresenta un passo significativo verso città più efficienti, sicure e sostenibili. L'integrazione di tali soluzioni con piattaforme MaaS e sistemi di Intelligenza Artificiale offre ulteriori margini di miglioramento, consentendo di sviluppare strategie di mobilità sempre più personalizzate e incentrate sulle esigenze degli utenti.

Il caso del progetto SAMU a Monza

Un ulteriore esempio concreto di applicazione delle tecnologie innovative per la riduzione della congestione urbana è rappresentato dal progetto “SAMU – Sistemi Adattivi per Monitoraggio e Gestione della Mobilità Urbana”²³, avviato nella città di Monza nell'ambito del bando regionale “*Smart Mobility Data Driven – Fase 2*”. L’iniziativa fa parte di una strategia più ampia, orientata al miglioramento della qualità della mobilità cittadina attraverso l’introduzione di soluzioni avanzate basate su intelligenza artificiale e analisi predittiva.

SAMU prevede l’implementazione di una centrale di monitoraggio intelligente in grado di raccogliere e integrare dati provenienti da molteplici fonti, quali gli accessi alla Zona a Traffico Limitato (ZTL), la rete semaforica urbana e i parcheggi disponibili, visualizzati in tempo reale tramite pannelli di *infoparking*. L’approccio integrato si fonda su algoritmi predittivi alimentati dall’IA, capaci di anticipare le variazioni del traffico e suggerire percorsi alternativi in tempo reale. Questo consente una migliore gestione dei flussi veicolari, prevenendo congestionamenti e migliorando la fluidità generale. Inoltre, SAMU incoraggia l’uso di servizi di mobilità condivisa e ottimizza la ricerca dei parcheggi disponibili, riducendo notevolmente le emissioni inquinanti e i tempi complessivi di spostamento.

Il progetto prevede un investimento complessivo di circa 2,5 milioni di euro e si sviluppa secondo un cronoprogramma di circa 80 settimane, con la conclusione pianificata per la metà del 2026. SAMU rappresenta una componente fondamentale del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Monza, mirato a promuovere soluzioni di mobilità urbana più innovative, efficienti e ambientalmente sostenibili. La creazione di una centrale di monitoraggio digitale segna un significativo passo avanti nella transizione tecnologica della città, permettendo interventi tempestivi e mirati in caso di congestioni improvvise o incidenti stradali, migliorando così l’esperienza quotidiana dei cittadini.

Tra gli obiettivi strategici principali, il progetto punta a ridurre la congestione stradale tramite algoritmi predittivi che consentano di adattare tempestivamente i flussi di traffico, diminuendo i tempi di attesa e il rischio di code prolungate. L’ottimizzazione dei cicli semaforici contribuirà inoltre al miglioramento dell’efficienza e della prevedibilità dei mezzi pubblici, favorendo contemporaneamente l’uso di modalità di trasporto sostenibili e condivise. In aggiunta, la presenza di pannelli informativi sui parcheggi liberi permetterà di limitare significativamente il traffico legato alla ricerca di posti auto, con benefici diretti per la qualità dell’aria e per il consumo energetico urbano.

²³ <https://www.comune.monza.it/it/news/monitoraggio-e-gestione-della-mobilita-urbana-monza-partecipa-al-bando-smart-mobility-data-driven-per-migliorare-il-flusso-veicolare-in-citta>

SAMU prevede anche la digitalizzazione dei servizi offerti da Monza Mobilità, con lo sviluppo di una nuova applicazione mobile e il potenziamento del portale web. Questi strumenti garantiranno ai cittadini informazioni aggiornate in tempo reale su traffico, parcheggi e mezzi pubblici, incentivando così scelte più consapevoli e sostenibili negli spostamenti urbani.

L'implementazione combinata della sincronizzazione semaforica e dei pannelli di *infoparking* promette di ridurre sensibilmente i tempi medi di viaggio e la congestione derivante dalla ricerca di parcheggi, incidendo positivamente sulla qualità dell'aria e sull'efficienza energetica complessiva.

L'esperienza di Monza con il progetto SAMU evidenzia come l'integrazione di tecnologie basate su IA e big data possa fornire risposte efficaci ai problemi di congestione urbana, contribuendo a una maggiore vivibilità delle città. La combinazione di queste soluzioni con modelli innovativi come il Mobility as a Service e la digitalizzazione dei servizi consentirà di realizzare modelli di mobilità urbana più intelligenti, sostenibili e centrati sulle reali esigenze della comunità.

Il progetto CityFlows e la gestione dei flussi pedonali

L'impiego dell'intelligenza artificiale nella gestione della mobilità urbana non si limita al solo controllo dei flussi di traffico veicolare, ma si estende anche al monitoraggio dei flussi pedonali, un aspetto fondamentale per garantire maggiore sicurezza e migliorare la qualità della vita nelle aree urbane più congestionate. Un esempio particolarmente rilevante in questo campo è rappresentato dal progetto CityFlows²⁴, sviluppato da ENEA con il supporto finanziario dell'European Institute of Innovation and Technology (EIT), i cui risultati sono stati pubblicati sulla rivista scientifica Urban Sciences. Lo studio condotto presso uno dei principali snodi di Milano ha analizzato circa 2 milioni di fotogrammi acquisiti nell'arco di due settimane tramite telecamere tradizionali. I dati raccolti, elaborati mediante algoritmi di computer vision, hanno consentito di identificare e quantificare i pedoni nello spazio e nel tempo con una precisione del 70%, generando mappe dettagliate che illustrano la densità, la direzione e la velocità dei flussi pedonali.

Un aspetto particolarmente rilevante del progetto CityFlows riguarda la gestione etica e responsabile dei dati raccolti. Le immagini registrate sono state elaborate in modo tale da

²⁴ ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. (2025, giugno 3). Mobility: ENEA tests AI technologies for monitoring pedestrian flows [Press release]

garantire l'anonimato delle persone, rispettando così i principi di trasparenza e tutela della privacy. Inoltre, i passanti sono stati informati tramite appositi segnali che le riprese rientravano in un progetto di ricerca scientifica.

L'approccio adottato nel progetto CityFlows dimostra che l'intelligenza artificiale può essere utilizzata in modo innovativo per monitorare i flussi pedonali, senza sacrificare la privacy dei cittadini. Questo aspetto è fondamentale per favorire la fiducia dei cittadini e garantire l'accettazione sociale di queste tecnologie, specialmente in contesti urbani densamente popolati. Secondo i ricercatori ENEA, la scelta di trattare i dati nel pieno rispetto delle normative sulla privacy dimostra che l'applicazione dell'intelligenza artificiale nella gestione della mobilità può coniugare efficacemente innovazione tecnologica e rispetto dei diritti individuali.

Uno dei principali benefici del progetto CityFlows risiede nella sua capacità di offrire informazioni dettagliate e in tempo reale sui flussi pedonali, elemento cruciale per garantire la sicurezza in aree urbane ad alta densità. Le informazioni raccolte sono infatti particolarmente utili nella progettazione di zone pedonali e aree di passaggio in prossimità di snodi strategici, migliorando la circolazione delle persone in sicurezza; vie di fuga e percorsi di evacuazione in situazioni di emergenza, individuando possibili colli di bottiglia o zone di congestione critica; piani di mobilità urbana sostenibile, che possono integrare i dati pedonali con quelli veicolari per ottimizzare la gestione del traffico complessivo.

Indicatori come la densità e la velocità dei flussi pedonali risultano particolarmente utili per valutare il livello di sicurezza e la qualità del servizio nelle aree ad elevata frequentazione, come stazioni ferroviarie, aeroporti, centri commerciali e quartieri commerciali.

CityFlows e la trasformazione verso le Smart City

Il progetto CityFlows rappresenta un esempio concreto del ruolo centrale che l'intelligenza artificiale può assumere nella transizione verso modelli di Smart City, dove l'innovazione tecnologica diventa uno strumento fondamentale per ottimizzare la gestione del traffico e migliorare la qualità della vita urbana.

Esperienze simili, come quelle implementate a Singapore e Los Angeles, hanno dimostrato che i sistemi basati su IA possono offrire un supporto efficace per la gestione adattiva del traffico urbano. In particolare, a Singapore, un avanzato sistema di monitoraggio utilizza dati in tempo reale per ottimizzare i percorsi veicolari e pedonali, riducendo così il rischio di congestione. Allo stesso modo, a Los Angeles, l'adozione di un sistema di gestione del traffico basato su IA ha permesso di ridurre significativamente i tempi di percorrenza e migliorare la fluidità dei veicoli in contesti urbani complessi.

Le potenzialità di un sistema come CityFlows si estendono ben oltre la gestione dei flussi pedonali, trovando applicazione anche nella pianificazione di eventi pubblici, nella gestione dei percorsi di emergenza e nell'ottimizzazione dei servizi di trasporto pubblico

L'esperienza di CityFlows conferma il potenziale dell'intelligenza artificiale nell'ottimizzazione della mobilità urbana e nella riduzione della congestione. L'uso della computer vision e di algoritmi avanzati permette non solo di monitorare i flussi pedonali, ma anche di prevederne le dinamiche, fornendo così un prezioso supporto per la pianificazione urbana e la gestione della sicurezza.

La capacità di raccogliere ed elaborare dati complessi in tempo reale consente di intervenire tempestivamente in situazioni di criticità, migliorando la vivibilità degli spazi pubblici e aumentando la sicurezza dei cittadini. Inoltre, il progetto dimostra che l'applicazione dell'intelligenza artificiale può avvenire nel pieno rispetto della privacy, garantendo una gestione etica e responsabile delle informazioni.

Conclusioni

I casi analizzati dimostrano come l'intelligenza artificiale possa offrire soluzioni efficaci per ridurre la congestione urbana, non solo migliorando la gestione del traffico attraverso la sincronizzazione dei semafori, ma anche favorendo la mobilità condivisa, suggerendo percorsi alternativi in tempo reale e integrandosi con piattaforme avanzate come il Mobility as a Service. Queste strategie, se affiancate a politiche urbane sostenibili, rappresentano un passo decisivo verso città più efficienti, sicure e rispettose dell'ambiente.

2.3.2 Ottimizzazione delle risorse di trasporto tramite l'intelligenza artificiale

Pianificazione dinamica e gestione intelligente delle flotte

Nel contesto della mobilità come servizio (MaaS), una delle sfide più critiche è rappresentata dall'ottimizzazione dell'uso delle risorse di trasporto, intesa come capacità di gestire in modo efficiente i mezzi disponibili, adattandoli dinamicamente alla domanda reale. Le attuali modalità di pianificazione, spesso basate su modelli rigidi e predeterminati, risultano insufficienti per affrontare le fluttuazioni giornaliere della mobilità urbana, specialmente in presenza di eventi imprevedibili, come manifestazioni, scioperi o condizioni meteorologiche avverse. In questo scenario, l'intelligenza artificiale emerge come leva strategica per superare

tali inefficienze, introducendo strumenti predittivi e adattivi capaci di reagire in tempo reale ai cambiamenti della domanda.²⁵

L'integrazione di algoritmi di machine learning nei sistemi MaaS consente di monitorare costantemente i livelli di occupazione dei mezzi, i flussi di traffico, le preferenze di viaggio e la domanda aggregata. Questi dati, elaborati in tempo reale, permettono una riassegnazione flessibile delle risorse – ad esempio spostando una parte della flotta in aree con maggiore domanda o modificando la frequenza dei passaggi nelle fasce orarie più critiche – evitando così situazioni di sovrautilizzo o sottoutilizzo dei veicoli.

Un altro elemento chiave è la possibilità di gestire in modo integrato trasporto pubblico, servizi on-demand e mobilità condivisa (car/bike/scooter sharing). L'IA permette di identificare sinergie tra questi servizi, minimizzando le sovrapposizioni e migliorando la copertura territoriale complessiva. In aree a bassa densità abitativa, dove i servizi tradizionali risultano antieconomici, i MaaS supportati da IA possono suggerire soluzioni flessibili, come il trasporto a chiamata, ottimizzando i tragitti in base alla localizzazione in tempo reale degli utenti. Questo consente di offrire un servizio capillare anche in zone marginali, riducendo la dipendenza dall'auto privata e migliorando l'inclusività del sistema di mobilità.

La logica data-driven dei MaaS basati su IA consente inoltre di ridurre l'impatto ambientale delle operazioni, evitando percorrenze non necessarie e razionalizzando l'impiego dei mezzi più inquinanti. La possibilità di integrare anche i veicoli elettrici nella rete di mobilità intelligente, valutando la loro autonomia, posizione e tempi di ricarica, migliora ulteriormente l'efficienza dell'intero ecosistema.

Manutenzione predittiva e sostenibilità operativa nei MaaS

Un'altra applicazione di grande rilevanza dell'intelligenza artificiale nell'ambito MaaS riguarda la manutenzione predittiva delle flotte di trasporto. Tradizionalmente, gli interventi di manutenzione vengono pianificati a intervalli fissi o eseguiti in modalità reattiva, ovvero solo in seguito al manifestarsi di un guasto. Questo approccio può risultare inefficiente sia dal punto di vista operativo – aumentando i tempi di fermo macchina e i costi di riparazione – sia sul piano della sicurezza e della qualità del servizio.

La manutenzione predittiva basata su IA utilizza sensori intelligenti installati a bordo dei veicoli, in grado di raccogliere dati relativi a usura dei componenti, vibrazioni anomale,

²⁵ **Business Insider.** (2025, April 10). *How Uber Freight is leveraging AI to make truck routes more efficient.*

variazioni di temperatura, pressione degli pneumatici, consumo energetico e altri parametri meccanici ed elettronici. Questi dati, elaborati in tempo reale da algoritmi predittivi, permettono di individuare in anticipo segnali di degrado e di pianificare interventi mirati prima che si verifichino guasti effettivi.²⁶ In un contesto MaaS, questo approccio risulta particolarmente efficace, in quanto consente di garantire una continuità operativa più elevata e di migliorare la disponibilità dei mezzi nei momenti di picco della domanda.

L'adozione di strategie di manutenzione predittiva contribuisce anche alla sostenibilità ambientale del sistema MaaS: la riduzione dei guasti riduce le emissioni legate agli spostamenti per recupero veicoli o manutenzioni straordinarie, e allunga la vita utile dei mezzi. Inoltre, l'ottimizzazione dell'impiego delle risorse tecniche e umane riduce gli sprechi e consente di allocare budget in modo più efficace, destinandolo ad attività di innovazione o ampliamento del servizio.

Infine, l'applicazione dell'IA per la manutenzione predittiva ha effetti positivi anche sul piano sociale e dell'esperienza utente. La maggiore affidabilità dei mezzi e la puntualità dei servizi migliorano la soddisfazione dell'utenza e favoriscono la fidelizzazione. L'utente percepisce il sistema MaaS non solo come funzionale, ma anche come sicuro, tecnologicamente avanzato e orientato alla qualità del servizio.²⁷

2.3.3 Contributo del MaaS alla decarbonizzazione

Introduzione alla decarbonizzazione nel settore dei trasporti:

La decarbonizzazione del settore dei trasporti rappresenta una delle sfide più complesse e cruciali nella lotta contro i cambiamenti climatici, considerando che questo comparto è tra i principali responsabili delle emissioni globali di gas serra, in particolare di anidride carbonica (CO₂). La forte dipendenza dai combustibili fossili, unita al costante aumento della domanda di mobilità, rende indispensabile l'adozione di misure concrete per favorire una transizione verso sistemi di trasporto più sostenibili.

Secondo l'ultimo rapporto dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)²⁸, sebbene in Italia le emissioni complessive di CO₂ siano in calo rispetto ai livelli del

²⁶ **Mass Transit Magazine. (2025, February 27).** *Transit agencies can leverage AI for predictive maintenance and other fleet management benefits.*

²⁷ **ResearchGate.** *AI-Powered Logistics and Mobility as a Service (MaaS): Driving the Future of Autonomous Vehicles and Smart Transportation.*

²⁸ **ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. (2024).** *Le emissioni di gas serra in Italia. Obiettivi di riduzione al 2030 (Rapporto n. 399/2024).*

1990, il settore dei trasporti resta tra i comparti più problematici, mostrando una ridotta capacità di ridurre le proprie emissioni rispetto ad altri settori, come quello industriale ed energetico. Per affrontare questa sfida, l'Unione Europea e le principali istituzioni internazionali hanno elaborato strategie specifiche e fissato obiettivi ambiziosi. L'**Accordo di Parigi** del 2015 ha stabilito il traguardo di contenere l'aumento delle temperature globali entro 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, imponendo una significativa riduzione delle emissioni di gas serra. In linea con questi obiettivi, il **Green Deal Europeo** prevede per l'UE una riduzione delle emissioni del 55% entro il 2030 e il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050²⁹.

In questo quadro, il settore dei trasporti è chiamato a svolgere un ruolo cruciale, poiché le sue emissioni rappresentano circa il 25% del totale europeo. Per questa ragione, l'UE ha promosso una serie di misure per incentivare la mobilità sostenibile, tra cui il potenziamento dei trasporti pubblici, l'elettrificazione delle flotte e l'adozione di tecnologie digitali avanzate per la gestione intelligente della mobilità.

In Italia, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)³⁰ rappresenta il principale strumento strategico per raggiungere gli obiettivi climatici del Paese. Il piano prevede interventi mirati al settore dei trasporti, tra cui:

- Elettrificazione del trasporto pubblico e privato, incentivando l'uso di veicoli elettrici e l'installazione di infrastrutture di ricarica capillari;
- Incentivi economici per la sostituzione dei veicoli inquinanti con modelli a basse emissioni;
- Investimenti nelle infrastrutture digitali, con particolare attenzione ai sistemi di gestione del traffico e alle piattaforme MaaS (Mobility as a Service);
- Promozione della mobilità attiva e sostenibile, favorendo l'uso di biciclette e veicoli a zero emissioni.

La strategia “Avoid – Shift – Improve”

Uno degli approcci più riconosciuti a livello internazionale per la decarbonizzazione del settore trasporti è rappresentato dalla strategia "*Avoid – Shift – Improve*"³¹, che mira a ridurre le emissioni attraverso tre direttrici principali:

²⁹ Commissione Europea (2023). *Il Green Deal europeo*.

³⁰ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2024). *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)*.

³¹ SLOCAT Partnership (2021). *Avoid-Shift-Improve Refocusing Strategy*.

- **Avoid (Evitare):** L'obiettivo di questa fase è ridurre la necessità di spostamenti non essenziali attraverso politiche di pianificazione urbana e l'adozione di modelli lavorativi flessibili come lo smart working e il telelavoro.
- **Shift (Spostare):** La seconda fase punta a promuovere un cambiamento modale verso soluzioni di mobilità collettiva e sostenibile. Incentivare l'uso del trasporto pubblico, del car sharing e dei servizi MaaS è essenziale per limitare la dipendenza dai veicoli privati. Inoltre, l'espansione della mobilità dolce, come l'uso della bicicletta e l'incremento delle aree pedonali, rappresenta una strategia efficace per ridurre le emissioni nelle aree urbane.
- **Improve (Migliorare):** La terza fase riguarda l'innovazione tecnologica applicata ai mezzi di trasporto. L'introduzione di veicoli elettrici, ibridi e alimentati con energie rinnovabili rappresenta una soluzione chiave per abbattere le emissioni dirette. Inoltre, il miglioramento dell'efficienza dei motori a combustione e l'adozione di sistemi avanzati di manutenzione predittiva contribuiscono a limitare i consumi e a ridurre l'impatto ambientale dei trasporti.

Il contributo del MaaS alla decarbonizzazione

Il Mobility as a Service si inserisce pienamente in questa strategia, configurandosi come uno degli strumenti più efficaci per promuovere una mobilità sostenibile e a basse emissioni. Il MaaS integra diverse modalità di trasporto — pubblico, privato e condiviso — all'interno di un'unica piattaforma digitale, consentendo agli utenti di pianificare, prenotare e pagare i propri spostamenti in modo semplice ed efficiente.

Grazie all'integrazione con sistemi avanzati basati sull'intelligenza artificiale, le piattaforme MaaS sono in grado di:

- Prevedere la domanda di mobilità, garantendo una pianificazione più efficiente dei mezzi pubblici e delle flotte di sharing;
- Ottimizzare le rotte e ridurre i tempi di percorrenza, limitando così i consumi di carburante e le emissioni di CO₂;
- Incentivare l'uso di veicoli elettrici e mezzi di sharing, riducendo la necessità di mezzi privati e abbattendo la congestione urbana.

La decarbonizzazione del settore dei trasporti richiede una trasformazione radicale, che passa attraverso l'integrazione di soluzioni tecnologiche avanzate, politiche pubbliche efficaci e una

crescente consapevolezza sociale. Il successo di questa transizione dipenderà dalla capacità delle istituzioni e degli operatori del settore di adottare strategie innovative e favorire una cultura della mobilità sostenibile.³²

L'applicazione della strategia "Avoid – Shift – Improve", combinata all'adozione di piattaforme MaaS e all'integrazione di sistemi digitali avanzati basati sull'intelligenza artificiale, rappresenta uno strumento essenziale per rendere i trasporti più efficienti, inclusivi e a basse emissioni.

L'Italia, grazie a strumenti come il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e al progetto MaaS4Italy, ha l'opportunità di consolidare un modello di mobilità innovativo e sostenibile, in grado di rispondere efficacemente alle esigenze ambientali e sociali del prossimo decennio.

L'integrazione di piattaforme digitali che promuovono la mobilità condivisa e multimodale consente di ridurre il numero di mezzi privati circolanti, incentivando l'utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale, come autobus elettrici, biciclette e monopattini in sharing.

L'IA, inoltre, consente una gestione ottimizzata delle flotte di veicoli elettrici, migliorando la pianificazione delle ricariche e l'organizzazione delle risorse energetiche. Gli algoritmi intelligenti analizzano la domanda di mobilità e le abitudini di spostamento degli utenti, suggerendo in modo dinamico l'ubicazione delle stazioni di ricarica e la distribuzione dei veicoli in modo da massimizzare l'efficienza energetica. Questo approccio permette di ridurre i picchi di domanda energetica, evitando sovraccarichi delle reti elettriche e garantendo un consumo più equilibrato e sostenibile.

Parallelamente, l'introduzione dell'intelligenza artificiale nel MaaS favorisce l'efficienza del trasporto merci. L'IA può infatti migliorare la logistica dell'ultimo miglio, ottimizzando i percorsi dei veicoli dedicati alle consegne e riducendo il numero di tragitti vuoti o non necessari. Questo contribuisce a limitare la congestione urbana e a contenere l'impatto ambientale derivante dal traffico commerciale, una delle principali fonti di emissioni in ambito urbano.

Il progetto GETUP

L'implementazione del Mobility as a Service ha dimostrato di poter apportare significativi benefici in termini di riduzione delle emissioni di gas serra e miglioramento dell'efficienza del sistema dei trasporti. Il progetto GETUP (Green MaaS for Adaptive Urban Planning)³³ ha

³² **MaaS Alliance (2022)**. *Future Mobility: MaaS Leads to the Green Future Transportation*.

³³ **Osservatorio Green MaaS GETUP. (2023)**. *Valutazione dell'ecosistema MaaS*.

rappresentato un'iniziativa sperimentale particolarmente rilevante che si è proposta di analizzare l'impatto delle piattaforme MaaS e di valutare le strategie più efficaci per favorirne l'adozione su scala nazionale ed europea. I risultati del progetto hanno evidenziato che l'integrazione dei servizi di mobilità in un'unica piattaforma digitale, supportata da tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale, ha determinato benefici significativi sia sotto il profilo ambientale che in termini di efficienza operativa e qualità del servizio.

Uno degli aspetti centrali emersi dallo studio riguarda la capacità del MaaS di favorire la transizione verso modelli di mobilità più sostenibili, riducendo l'utilizzo dell'auto privata e incentivando l'impiego di mezzi pubblici e servizi di mobilità condivisa. Attraverso un'unica piattaforma digitale, gli utenti possono accedere a diverse modalità di trasporto – quali autobus, metropolitane, tram, servizi di car sharing, bike sharing e trasporto a chiamata – facilitando l'integrazione tra queste soluzioni e permettendo spostamenti più rapidi ed efficienti. Il MaaS si è dimostrato particolarmente efficace nel coordinare i servizi pubblici con quelli privati, garantendo all'utente un'esperienza di viaggio più fluida e priva di interruzioni. Questo approccio ha contribuito a ridurre la dipendenza dal mezzo privato, con conseguente diminuzione del traffico urbano e delle emissioni nocive.

Un elemento di particolare interesse emerso dal progetto GETUP è stato il caso del servizio SilverBus, una soluzione di trasporto a chiamata pensata per soddisfare le esigenze di mobilità delle fasce di popolazione più vulnerabili, come anziani e persone con difficoltà motorie. Integrato all'interno della piattaforma MaaS, il servizio SilverBus ha dimostrato di essere una risposta efficace al problema dell'accessibilità ai trasporti. Grazie all'impiego di algoritmi basati sull'intelligenza artificiale, il sistema ha consentito di ottimizzare la gestione delle richieste di trasporto, migliorando la pianificazione dei percorsi e garantendo spostamenti più rapidi e sicuri. L'efficienza di questo servizio ha contribuito a migliorare sensibilmente l'accesso ai servizi pubblici e privati per le fasce di utenza con mobilità ridotta, favorendo al tempo stesso una riduzione dell'uso del mezzo privato e una migliore distribuzione delle risorse di mobilità, risultato già emerso nel capitolo 2.2.3.

Oltre all'aspetto sociale, il progetto GETUP ha dimostrato come il MaaS sia uno strumento efficace per ridurre le emissioni di CO₂. L'integrazione dei servizi di mobilità in un unico ecosistema digitale ha infatti consentito di minimizzare i percorsi inefficaci e ridurre il numero complessivo di veicoli in circolazione. I dati raccolti durante la sperimentazione hanno evidenziato che la diffusione del MaaS supportato da IA ha permesso di ottimizzare l'impiego delle flotte, migliorando la saturazione dei mezzi pubblici e incrementando il tasso di riempimento dei servizi di mobilità condivisa. Tale risultato ha determinato una diminuzione

significativa dei veicoli privati in circolazione, con una riduzione proporzionale delle emissioni di CO₂ e degli agenti inquinanti.

Un altro risultato significativo ottenuto dal progetto GETUP riguarda la capacità del MaaS di ottimizzare la gestione delle flotte di veicoli elettrici e delle relative infrastrutture di ricarica. Grazie all'integrazione con sistemi basati sull'intelligenza artificiale, le piattaforme MaaS sono state in grado di raccogliere e analizzare dati in tempo reale riguardanti il livello di carica dei veicoli elettrici e la disponibilità delle stazioni di ricarica. L'uso di algoritmi predittivi ha consentito di gestire in modo più efficiente la distribuzione dei veicoli e la pianificazione delle soste per la ricarica, riducendo così i tempi morti e garantendo una continuità operativa dei servizi. Questo approccio si è rivelato determinante per ridurre il rischio di congestioni presso le stazioni di ricarica e per ottimizzare l'impiego delle risorse energetiche, contribuendo così a migliorare ulteriormente l'impatto ambientale del sistema di trasporti.

Dal punto di vista economico, i benefici derivanti dall'implementazione dei servizi MaaS hanno riguardato anche una significativa riduzione dei costi operativi per le aziende di trasporto. L'adozione di algoritmi predittivi e l'ottimizzazione delle risorse hanno consentito una programmazione più efficiente dei servizi, limitando l'impiego di veicoli vuoti e riducendo i consumi energetici. Inoltre, la capacità del MaaS di personalizzare l'offerta di mobilità in base alle esigenze specifiche degli utenti ha contribuito a migliorare la soddisfazione del cliente, incentivando l'adozione di soluzioni di mobilità condivisa e promuovendo comportamenti più sostenibili.

Infine, il progetto GETUP ha evidenziato che il MaaS, se adeguatamente supportato da politiche di incentivazione e campagne di sensibilizzazione, può favorire una trasformazione culturale nelle abitudini di mobilità dei cittadini. La possibilità di accedere a un'unica piattaforma integrata, che consente di combinare diversi mezzi di trasporto in base alle proprie esigenze, rappresenta un'alternativa concreta e vantaggiosa all'uso dell'auto privata. Questo approccio, unito all'adozione di veicoli elettrici e all'impiego di algoritmi di ottimizzazione basati sull'intelligenza artificiale, si configura come uno degli strumenti più promettenti per accelerare il processo di decarbonizzazione del settore dei trasporti e migliorare la qualità della vita urbana.

In conclusione, il progetto GETUP ha fornito evidenze concrete circa l'efficacia dei servizi MaaS supportati da IA nel promuovere una mobilità più sostenibile, inclusiva ed efficiente. I risultati ottenuti dimostrano che l'adozione diffusa di questi strumenti può contribuire in modo determinante alla riduzione delle emissioni di gas serra, alla riduzione del traffico urbano e al miglioramento dell'accessibilità ai servizi di trasporto. Il successo delle sperimentazioni

condotte nell'ambito del progetto GETUP sottolinea l'importanza di investire in tecnologie digitali avanzate e nell'integrazione tra le diverse modalità di mobilità, elementi essenziali per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità e decarbonizzazione fissati dalle politiche europee e nazionali per il prossimo decennio.

Capitolo 3: Sfide all'implementazione dell'IA nei MaaS in Italia

3.1 Sfide tecnologiche e infrastrutturali

3.1.1 Necessità di una rete digitale integrata

Contesto generale

Il concetto di rete digitale integrata è un pilastro della mobilità intelligente e del MaaS, poiché consente l'integrazione efficiente dei servizi di trasporto urbano e suburbano attraverso tecnologie digitali. Nel paradigma del MaaS, infatti, una rete connessa, stabile e costantemente aggiornata costituisce la base indispensabile per l'erogazione efficace dei servizi di mobilità, garantendo così soluzioni di trasporto flessibili e on-demand. Questo modello si configura come un'unica piattaforma digitale che aggrega molteplici forme di trasporto, consentendo agli utenti finali di pianificare, prenotare e pagare i viaggi in modo semplice e diretto attraverso strumenti digitali, come app mobili e sistemi di pagamento elettronici.

Affinché questa visione possa tradursi in realtà, diventa essenziale disporre di una infrastruttura tecnologica moderna e performante, capace di supportare la raccolta, la gestione e l'elaborazione dei dati in tempo reale. Tale infrastruttura deve garantire un flusso continuo di informazioni tra operatori pubblici e privati, utenti finali e dispositivi IoT, creando così un ecosistema digitale integrato che supporta decisioni informate sulla mobilità, ottimizza l'uso delle risorse disponibili e promuove una mobilità più sostenibile, riducendo al contempo problemi come la congestione e l'inquinamento urbano.

L'integrazione di piattaforme MaaS richiede, dunque, non solo la disponibilità tecnica di connettività diffusa e affidabile, ma anche l'adozione di standard tecnologici e protocolli comuni capaci di facilitare l'interoperabilità tra sistemi diversi. In altre parole, la rete digitale integrata deve consentire non solo la comunicazione tra dispositivi tecnologici diversi, ma anche la condivisione efficace di informazioni tra enti pubblici, operatori privati e cittadini, creando così un ecosistema di mobilità veramente integrato ed efficiente.

Situazione in Italia

La situazione italiana relativa allo sviluppo di reti digitali integrate per la mobilità intelligente si presenta attualmente molto frammentata e disomogenea, influenzando significativamente le possibilità concrete di implementare modelli avanzati di Mobility as a Service. In particolare, la digitalizzazione nel settore del trasporto pubblico locale, elemento essenziale per la riuscita di un servizio MaaS efficace, evidenzia numerosi ritardi e criticità che riguardano

principalmente la copertura tecnologica, l'interoperabilità tra sistemi e l'uniformità degli investimenti.

Secondo il rapporto ASSTRA ("Le piattaforme digitali nel trasporto pubblico locale")³⁴, la digitalizzazione rappresenta ormai una condizione imprescindibile per migliorare la qualità dei servizi di trasporto e rispondere efficacemente alle aspettative degli utenti. Tuttavia, l'Italia registra livelli di digitalizzazione del trasporto pubblico ancora insufficienti rispetto agli standard europei più avanzati. Sebbene alcune grandi città abbiano avviato progetti sperimentali o implementato soluzioni tecnologiche avanzate, il panorama complessivo nazionale è caratterizzato da una forte eterogeneità, derivante soprattutto da investimenti e politiche locali non coordinati centralmente. Questo scenario risulta in una molteplicità di sistemi digitali non compatibili tra loro, che ostacola l'intermodalità e rende complicata l'offerta di soluzioni di mobilità realmente integrate a livello nazionale.

La copertura digitale appare particolarmente discontinua quando si confrontano aree urbane ad alta densità abitativa con quelle periferiche e rurali. Le grandi città, come Milano, Roma o Bologna, dispongono infatti di sistemi digitali relativamente avanzati, in grado di integrare varie modalità di trasporto pubblico e privato, agevolando notevolmente l'intermodalità e l'esperienza utente. Tuttavia, nei piccoli centri e nelle zone periferiche, i livelli di digitalizzazione sono decisamente più bassi, spesso limitati a semplici app informative o a sistemi di bigliettazione elettronica non completamente sviluppati o integrati. Questo divario digitale crea forti disuguaglianze nell'accesso ai servizi di mobilità e limita enormemente le potenzialità di implementare soluzioni MaaS su scala più ampia.

L'articolo di Lepida³⁵ conferma ulteriormente queste criticità, sottolineando che l'integrazione digitale costituisce una delle sfide più urgenti per il trasporto pubblico italiano. La frammentazione e la mancanza di uniformità delle infrastrutture digitali rappresentano, secondo l'analisi, i principali ostacoli allo sviluppo di una mobilità realmente intermodale e integrata. A causa della scarsità di una strategia unitaria nazionale per la digitalizzazione del trasporto pubblico locale, infatti, molte amministrazioni locali tendono ad agire in maniera indipendente, adottando tecnologie e piattaforme diverse e non interoperabili, con il risultato di creare un mosaico complesso e poco funzionale dal punto di vista dell'utente finale. Lepida evidenzia

³⁴ **ASSTRA – Associazione Trasporti. (2017).** *Le piattaforme digitali nel trasporto pubblico locale: Position paper.* Comitato dei direttori Aziende ASSTRA, Gruppo di lavoro ITS Commissione tecnologica. Roma, 8 febbraio 2017.

³⁵<https://www.lepida.net/news/2024-08/digitalizzazione-intermodalita-futuro-trasporto-pubblico-maas>

inoltre che per garantire una reale digitalizzazione della mobilità, e quindi una diffusione efficace dei servizi MaaS, occorre definire e adottare standard condivisi tra operatori pubblici e privati, indispensabili per una corretta gestione integrata dei dati e per l'implementazione di servizi digitali intermodali.

Le problematiche connesse alla frammentazione tecnologica si riflettono non soltanto sull'esperienza degli utenti finali, che risultano spesso disorientati dalla presenza di molteplici sistemi e piattaforme, ma anche sulla capacità degli operatori di sfruttare appieno i vantaggi delle tecnologie digitali avanzate come l'intelligenza artificiale. Quest'ultima, infatti, necessita di dati precisi, integrati e aggiornati in tempo reale per operare efficacemente. Senza una rete digitale robusta e uniforme su scala nazionale, diventa estremamente difficile raccogliere e analizzare i dati in maniera omogenea, compromettendo così l'efficacia delle soluzioni tecnologiche basate su IA per la mobilità intelligente.

In molte realtà italiane, i sistemi di bigliettazione elettronica e le piattaforme di informazione all'utenza sono spesso obsoleti e non progettati per comunicare tra loro. Questa frammentazione tecnologica impedisce la raccolta e l'analisi in tempo reale dei dati relativi ai flussi di passeggeri, alle condizioni del traffico e alla disponibilità dei mezzi, elementi fondamentali per una gestione dinamica e reattiva dei servizi di mobilità. Di conseguenza, l'assenza di una visione unitaria e di investimenti coordinati in infrastrutture digitali moderne ostacola la creazione di un ecosistema MaaS efficiente e user-friendly.

Per superare queste criticità, è indispensabile avviare un processo di ammodernamento tecnologico che preveda l'adozione di standard comuni e l'integrazione dei sistemi esistenti. Ciò implica investimenti significativi in infrastrutture digitali, formazione del personale e sviluppo di piattaforme aperte e interoperabili. Solo attraverso un approccio coordinato e lungimirante sarà possibile realizzare appieno il potenziale del MaaS, migliorando l'efficienza del TPL e offrendo agli utenti soluzioni di mobilità più flessibili, sostenibili e in linea con le esigenze contemporanee.

In conclusione, la situazione italiana evidenziata dalle fonti analizzate rivela chiaramente l'urgenza di interventi mirati e coordinati a livello nazionale per colmare i divari esistenti nella digitalizzazione del trasporto pubblico locale. È necessario un approccio unitario e strategico che favorisca la creazione di standard condivisi, una rete infrastrutturale digitale omogenea e investimenti mirati per eliminare le disuguaglianze tecnologiche. Solo così sarà possibile realizzare pienamente il potenziale offerto dalle piattaforme MaaS, garantendo un sistema di mobilità realmente integrato e sostenibile sul lungo periodo.

Alla luce di queste criticità strutturali, diverse iniziative sono state avviate per promuovere un'infrastruttura digitale più moderna e interoperabile, in grado di sostenere efficacemente l'attuazione del MaaS in Italia.:

Iniziative governative per la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione

Il Dipartimento per la Trasformazione Digitale ha delineato un piano ambizioso per la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, con l'obiettivo di rendere i servizi pubblici più efficienti e accessibili ai cittadini e alle imprese. Questo piano prevede investimenti significativi in diverse aree chiave³⁶:

- **Infrastrutture digitali:** Allocazione di 900 milioni di euro per la migrazione dei dati e degli applicativi delle amministrazioni verso ambienti cloud sicuri e performanti.
- **Abilitazione e facilitazione della migrazione al cloud:** Un miliardo di euro destinato a supportare le amministrazioni nel trasferimento delle loro basi dati e applicazioni verso soluzioni cloud certificate, migliorando l'interoperabilità e la sicurezza dei sistemi.
- **Dati e interoperabilità:** Investimento di 650 milioni di euro per promuovere l'interoperabilità tra enti pubblici, facilitando lo scambio di informazioni e l'integrazione dei servizi.
- **Servizi digitali e cittadinanza digitale:** Oltre 2 miliardi di euro per estendere e migliorare i servizi digitali offerti ai cittadini, rendendoli più accessibili e user-friendly.
- **Cybersecurity:** 620 milioni di euro dedicati al rafforzamento delle difese informatiche della PA, garantendo la protezione dei dati e la resilienza dei servizi digitali.

Progetti pilota per il MaaS nelle città italiane

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), sono stati avviati progetti pilota in diverse città italiane per sperimentare servizi innovativi di mobilità basati sul paradigma MaaS. Ad esempio, Bari, Firenze e Torino sono state selezionate come città capofila per testare l'introduzione di piattaforme digitali per la mobilità sostenibile, con l'obiettivo di rispondere ai fabbisogni specifici dei singoli territori e promuovere l'integrazione dei servizi di trasporto³⁷.

³⁶ <https://innovazione.gov.it/italia-digitale-2026/il-piano/digitalizzazione-della-pa>

³⁷ **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2022).** *PNRR: Bari, Firenze e Torino le nuove città capofila per il progetto Mobility as a Service for Italy.*

3.1.2 Problemi di interoperabilità tra sistemi pubblici e privati

L'interoperabilità, nel contesto MaaS, si riferisce alla capacità dei diversi sistemi tecnologici e delle piattaforme di mobilità di comunicare e funzionare in modo sinergico. L'interoperabilità consente l'integrazione fluida di dati e servizi tra operatori pubblici e privati, attraverso protocolli standard condivisi. Questa integrazione consente agli utenti di accedere facilmente e rapidamente a informazioni essenziali quali orari, tariffe, disponibilità dei mezzi, e permette di effettuare pagamenti unificati e prenotazioni intermodali tramite un'unica interfaccia digitale. Pertanto, una corretta implementazione dell'interoperabilità rappresenta un fattore cruciale affinché le piattaforme MaaS possano offrire esperienze utente realmente integrate e senza interruzioni, favorendo un utilizzo più efficiente e sostenibile dei servizi di mobilità disponibili. La problematica dell'interoperabilità tra sistemi pubblici e privati nel contesto italiano rappresenta una sfida significativa per l'adozione efficace di servizi MaaS. Secondo quanto emerge dal documento "Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia" elaborato da TTS Italia³⁸, il panorama nazionale della mobilità è caratterizzato da una notevole frammentazione strutturale e gestionale, risultato della presenza simultanea di numerosi operatori, ciascuno con modalità operative autonome e tecnologie proprietarie non interconnesse. Tale contesto produce una situazione nella quale la condivisione delle informazioni e la cooperazione tra attori pubblici e privati risultano fortemente limitate, ostacolando l'integrazione fluida dei servizi di mobilità attraverso piattaforme digitali unificate. Una delle principali criticità riscontrate riguarda la mancanza di standard tecnici condivisi che possano facilitare la comunicazione e l'interazione fra differenti piattaforme operative. In Italia, i dati sulla mobilità sono spesso gestiti tramite sistemi eterogenei e non interoperabili, privi di standard tecnici condivisi. Questa condizione determina una significativa difficoltà nella realizzazione di interfacce aperte e standardizzate (API - Application Programming Interface), indispensabili per consentire lo scambio dinamico e strutturato di informazioni in tempo reale tra operatori. La mancata definizione di standard comuni rende complessa la progettazione di sistemi integrati capaci di garantire una gestione ottimale dei flussi di mobilità e di fornire servizi intermodali efficienti e user-friendly agli utenti finali.

In aggiunta alle barriere tecnologiche, un ulteriore elemento problematico deriva dalla riluttanza degli operatori di mobilità, siano essi enti pubblici o società private, a condividere apertamente i dati operativi e commerciali relativi ai propri servizi. La riluttanza degli operatori

³⁸ TTS Italia. (2021). *Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia*. Associazione Italiana della Telematica per i Trasporti e la Sicurezza.

a condividere i dati è legata a timori su privacy, competitività e uso strategico delle informazioni. La scarsa fiducia reciproca tra i diversi stakeholder, ulteriormente acuita dall'assenza di un solido quadro normativo che disciplini chiaramente obblighi e responsabilità nella condivisione dei dati, contribuisce pertanto a limitare in maniera significativa la possibilità di creare reti interoperabili efficaci a livello nazionale.

Tale frammentazione e discontinuità tra sistemi pubblici e privati comporta inoltre conseguenze dirette sull'efficienza dei servizi offerti agli utenti, impedendo di fatto la possibilità di integrare completamente modalità diverse di trasporto (ad esempio, trasporto pubblico, car sharing, bike sharing) in un'unica soluzione digitale facilmente fruibile. L'utente finale, in tale scenario, risulta penalizzato dalla mancanza di informazioni chiare, affidabili e integrate, che comporta spesso l'obbligo di utilizzare diverse piattaforme e di affrontare procedure multiple di pagamento e prenotazione.

Per superare questa situazione critica, le "Linee guida" proposte da TTS Italia sottolineano l'urgenza di definire chiaramente un quadro regolatorio nazionale, incentivando al contempo lo sviluppo e l'adozione di standard tecnici comuni che possano garantire l'interoperabilità tra sistemi. È inoltre fondamentale creare condizioni normative e commerciali che incoraggino la cooperazione attiva fra operatori privati e pubblici, favorendo al tempo stesso la diffusione di buone pratiche di data-sharing attraverso meccanismi regolamentati e trasparenti.

La mancanza di interoperabilità rappresenta una delle principali barriere che ostacolano la diffusione capillare dei servizi MaaS in Italia, evidenziando l'esigenza di una collaborazione più stretta e strutturata tra gli attori coinvolti, sostenuta da una chiara e solida regolamentazione tecnica e normativa che possa facilitare la cooperazione e l'integrazione efficace dei servizi di mobilità.

Conseguenze

La mancanza di interoperabilità tra sistemi pubblici e privati in Italia comporta numerose criticità che incidono profondamente sia sull'efficienza operativa del sistema complessivo, sia sulla qualità percepita dagli utenti finali. Secondo quanto riportato dall'Atlante Europeo della Mobilità (2021)³⁹, una delle principali conseguenze derivanti dalla mancanza di standard condivisi è l'impossibilità di creare una vera integrazione tra le varie modalità di trasporto disponibili. Questo deficit limita fortemente l'offerta di servizi MaaS, in quanto impedisce la

³⁹ **Green European Foundation & Heinrich Böll Stiftung. (2021).** *Atlante europeo della mobilità: Dati e fatti su trasporti e mobilità in Europa.*

realizzazione di percorsi realmente intermodali e personalizzati, basati sulla collaborazione di operatori differenti, quali trasporto pubblico locale, servizi di car-sharing, bike-sharing e altri servizi di micromobilità.

La conseguenza più immediata della scarsa interoperabilità è dunque una frammentazione dei servizi che genera inevitabilmente inefficienze operative e duplicazione di investimenti tecnologici e infrastrutturali. Infatti, quando le piattaforme tecnologiche non dialogano efficacemente tra loro, si tende a replicare infrastrutture e sistemi informatici, aumentando i costi complessivi di gestione e riducendo l'efficacia complessiva dei servizi. Questa situazione non solo implica un dispendio maggiore di risorse economiche, ma comporta anche un peggioramento dell'esperienza utente. Infatti, l'utente che desidera spostarsi attraverso differenti modalità di trasporto si trova spesso costretto a interagire con molteplici applicazioni e piattaforme, ognuna delle quali gestisce esclusivamente i propri dati e servizi.

Un ulteriore effetto negativo evidenziato dall'Atlante riguarda la limitata condivisione dei dati tra enti pubblici e operatori privati. Questa riluttanza alla condivisione dei dati genera problemi nella pianificazione strategica della mobilità urbana, ostacolando la definizione di politiche efficaci e integrate. Infatti, senza un flusso costante e affidabile di informazioni tra operatori, diventa difficile per le autorità locali e regionali progettare interventi mirati al miglioramento dei servizi di trasporto, soprattutto in termini di coordinamento degli orari, ottimizzazione dei percorsi e gestione dinamica della domanda.

In aggiunta, la mancanza di fiducia tra settore pubblico e privato, alimentata dalla frammentazione e dall'assenza di standard chiari, limita ulteriormente la possibilità di cooperazione e di sviluppo congiunto di progetti innovativi. Questo clima di incertezza e reciproca diffidenza impedisce la realizzazione di partenariati strategici essenziali per l'evoluzione dei sistemi MaaS, compromettendo lo sviluppo di soluzioni tecnologiche e organizzative realmente innovative e sostenibili.

Pertanto, per affrontare efficacemente queste conseguenze negative, l'Italia dovrebbe promuovere politiche orientate alla definizione di standard tecnologici e protocolli di interoperabilità comuni, in modo da favorire la collaborazione tra operatori pubblici e privati, garantendo servizi più efficienti e una migliore esperienza complessiva per gli utenti dei sistemi MaaS.

Per comprendere come superare efficacemente queste barriere, può essere utile analizzare esperienze internazionali che hanno affrontato con successo il problema dell'interoperabilità. Si può constatare come alcuni paesi abbiano affrontato con successo tale problematica

adottando specifiche misure normative e tecniche volte a creare un ecosistema integrato e funzionale.

In questo contesto, la Svizzera costituisce un interessante esempio di best practice internazionale, attraverso l'adozione della Legge federale sull'infrastruttura di dati sulla mobilità (LIDMo), proposta dal Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC). Questo quadro normativo ha come obiettivo primario quello di costruire un'infrastruttura nazionale di dati sulla mobilità (NADIM), la quale garantisce la standardizzazione e l'interoperabilità dei dati provenienti da molteplici fonti pubbliche e private, consentendo un'interconnessione fluida ed efficiente tra i diversi operatori della mobilità.

La NADIM rappresenta una piattaforma neutrale, indipendente e non discriminatoria, che facilita lo scambio di dati essenziali e informazioni di mobilità, standardizzando formati e protocolli e riducendo quindi significativamente la frammentazione tipica dei sistemi disaggregati. Essa permette di integrare servizi differenti, come trasporto pubblico, servizi di car sharing, bike sharing e altre forme di mobilità privata, all'interno di un unico ambiente digitale coerente e affidabile. In questo modo, gli utenti possono beneficiare di informazioni aggiornate in tempo reale e pianificare i propri spostamenti in maniera multimodale, scegliendo tra diverse opzioni disponibili in modo semplice e intuitivo.

Uno degli aspetti distintivi della NADIM è l'approccio aperto e volontario alla condivisione dei dati: i dati rimangono di proprietà dei rispettivi operatori e vengono condivisi attraverso protocolli trasparenti, incentivando la collaborazione e minimizzando al tempo stesso le barriere economiche e competitive. La gestione di questa infrastruttura, affidata ad un ente federale neutrale e senza scopo di lucro, assicura imparzialità e fiducia tra gli operatori coinvolti, incoraggiando ulteriormente la partecipazione di aziende pubbliche e private.

Inoltre, la NADIM non è solo un mezzo per promuovere l'interoperabilità tecnica, ma rappresenta anche un potente strumento di policy-making per migliorare l'efficienza complessiva del sistema di trasporto svizzero, favorendo una mobilità più sostenibile e riducendo significativamente il traffico urbano e l'inquinamento ambientale. In tal senso, essa costituisce un modello di riferimento per altri paesi, tra cui l'Italia, che affrontano sfide analoghe di frammentazione e difficoltà di integrazione tra i sistemi di mobilità.

A differenza dell'approccio svizzero, l'Italia sconta l'assenza di un'infrastruttura centrale e neutrale per la gestione dei dati di mobilità, il che rende difficile replicare un sistema simile senza una riforma strutturale e normativa.

In definitiva, l'esempio svizzero dimostra come una governance chiara e proattiva, sostenuta da una solida base normativa e infrastrutturale, sia fondamentale per superare con successo le sfide di interoperabilità nei servizi MaaS, offrendo preziosi spunti per la definizione di strategie efficaci anche in contesti diversi, come quello italiano.

3.1.3 Gestione e analisi dei big data per la mobilità

La mobilità intelligente basata sull'IA si fonda sulla capacità di raccogliere, elaborare e interpretare grandi volumi di dati provenienti da fonti eterogenee.

Nel contesto del Mobility as a Service, come è stato già ampiamente analizzato, l'efficienza operativa dipende fortemente dalla disponibilità di informazioni tempestive e affidabili, provenienti da una molteplicità di fonti differenti. È proprio questa molteplicità di dati, caratterizzati da alta frequenza e varietà, che consente all'IA di ottimizzare in tempo reale la gestione della mobilità urbana, supportando decisioni dinamiche che mirano a ridurre congestione e tempi di percorrenza, e migliorare la qualità complessiva dell'esperienza utente. Questo paradigma di "mobility intelligence" mette in luce come l'informazione rappresenti una risorsa strategica imprescindibile. Di conseguenza, la capacità di raccogliere, integrare e valorizzare i dati diventa un fattore cruciale per lo sviluppo di piattaforme MaaS realmente efficaci, in grado di rispondere in maniera puntuale e flessibile alle esigenze della mobilità contemporanea.

Tuttavia, la situazione italiana relativa alla gestione e all'analisi dei big data sulla mobilità evidenzia numerose criticità strutturali che compromettono in modo significativo l'implementazione efficace delle tecnologie intelligenti. Un problema rilevante riguarda la frammentazione delle informazioni disponibili, causata dalla presenza diffusa di silos informativi tra operatori diversi. Infatti, in Italia ogni operatore tende a raccogliere, conservare e gestire autonomamente i propri dati secondo modalità e formati spesso incompatibili tra loro, limitando fortemente la possibilità di integrare e valorizzare in maniera sinergica l'intero patrimonio informativo disponibile. Questa situazione di isolamento informativo non permette la costruzione di dataset unificati, completi e accurati, essenziali per garantire risultati affidabili nelle analisi predittive dell'IA.

Un ulteriore fattore critico è la qualità variabile e la scarsa frequenza di aggiornamento dei dati raccolti. Spesso le informazioni relative alla mobilità risultano obsolete o incoerenti, a causa della mancanza di protocolli condivisi per l'aggiornamento continuo delle informazioni raccolte. La scarsa qualità e la disomogeneità di questi dati incidono negativamente sulla

precisione e sull'affidabilità delle previsioni formulate dalle piattaforme MaaS, riducendo notevolmente l'efficacia operativa dell'intelligenza artificiale nella gestione dinamica dei servizi di mobilità.

Queste problematiche vengono ben illustrate da uno studio recente⁴⁰ che ha analizzato l'utilizzo delle Matrici Origine-Destinazione basate sui dati del traffico radiomobile per monitorare gli spostamenti della popolazione durante la pandemia COVID-19 in Nord Italia. Nonostante la chiara utilità strategica di questi dati nel supportare analisi predittive e interventi mirati, la difficoltà nel raccogliere informazioni coerenti, uniformi e tempestivamente aggiornate da fonti differenti ha significativamente limitato il valore aggiunto delle analisi effettuate. Questo caso dimostra concretamente come una gestione non coordinata e frammentata dei dati comprometta la capacità predittiva e reattiva delle piattaforme basate sull'IA.

A queste criticità si aggiunge la mancanza di una governance pubblica centralizzata che possa coordinare efficacemente la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione delle informazioni sulla mobilità a livello nazionale. Attualmente, non esiste in Italia una struttura istituzionale chiaramente deputata alla gestione dei dati sulla mobilità urbana e alla definizione di regole condivise per il loro utilizzo. Questa lacuna impedisce la definizione di strategie nazionali coerenti e produce una dispersione degli sforzi, generando inefficienze gestionali ed economiche e ostacolando l'implementazione su vasta scala di soluzioni intelligenti basate sui dati.

Per superare tali ostacoli strutturali, le linee guida recentemente proposte per la costruzione di una MaaS Community suggeriscono la creazione di piattaforme centralizzate di gestione dei dati, come data hub regionali o nazionali, basate su standard aperti e trasparenti. Queste piattaforme permetterebbero di centralizzare, uniformare e migliorare significativamente la qualità, l'accessibilità e la disponibilità delle informazioni necessarie all'IA per operare efficacemente.

In particolare, la definizione di una chiara strategia di governance, accompagnata da politiche di data-sharing obbligatorie e trasparenti, consentirebbe di integrare dati provenienti da fonti diverse e garantire una gestione ottimale del patrimonio informativo nazionale, rafforzando l'attrattività e l'efficienza delle piattaforme MaaS.

In conclusione, l'analisi evidenzia come la completa valorizzazione del potenziale offerto dall'intelligenza artificiale nella mobilità italiana richieda necessariamente una svolta nella

⁴⁰ Micheli, D., Muratore, G., Vannelli, A., & Sola, G. (2020). *Un modello dinamico su un approccio big-data alla mobilità per lo studio della diffusione del COVID-19 nel Nord Italia.*

gestione e nella governance dei dati. Tale cambio di paradigma appare indispensabile per garantire lo sviluppo futuro del MaaS, superando le attuali criticità strutturali e consentendo la realizzazione di sistemi realmente integrati, sostenibili e capaci di rispondere in maniera tempestiva alle esigenze degli utenti. Questi aspetti, di fondamentale importanza strategica, verranno ulteriormente approfonditi nel Capitolo 4 della presente tesi, in cui saranno esaminate strategie, politiche e best practice per favorire una maggiore integrazione e diffusione dei sistemi MaaS intelligenti nel contesto italiano.

3.2 Sfide normative e regolatorie

3.2.1 Quadro giuridico Italiano ed Europeo

La regolamentazione rappresenta un elemento strategico per lo sviluppo del MaaS e dell'IA, influenzando direttamente tempi, modalità e sicurezza dell'innovazione. Un quadro normativo chiaro e coerente rappresenta infatti una condizione essenziale per promuovere soluzioni tecnologiche avanzate, garantire la protezione dei diritti fondamentali degli utenti, e creare condizioni favorevoli per l'investimento e la cooperazione tra settore pubblico e privato.

Il recente Regolamento UE sull'intelligenza artificiale, in fase di definitiva adozione da parte del Parlamento europeo e del Consiglio, mira proprio a stabilire regole armonizzate che consentano lo sviluppo e l'uso sicuro dell'IA, definendo requisiti obbligatori per i sistemi considerati ad alto rischio e fissando regole di trasparenza per sistemi di uso generale, inclusi quelli destinati al settore della mobilità.⁴¹ Tuttavia, tale regolamentazione si trova ancora in fase di definizione, generando una situazione di incertezza normativa che rende difficile per operatori e investitori pianificare a lungo termine.

In particolare, la proposta normativa europea sull'IA introduce obblighi specifici per sistemi ad alto rischio, tra cui quelli utilizzati nella gestione delle infrastrutture di trasporto critiche e nell'ottimizzazione dei servizi di mobilità urbana. L'assenza di un quadro regolatorio definitivo ostacola non soltanto la chiarezza operativa per i fornitori e gli operatori dei sistemi IA, ma limita anche l'efficacia di soluzioni tecnologiche potenzialmente rivoluzionarie, rallentando così il processo complessivo di innovazione nel settore del MaaS in Italia e in Europa.

Livello europeo

A livello europeo, il quadro normativo riguardante il Mobility as a Service e l'Intelligenza Artificiale è caratterizzato da un processo evolutivo e ancora non completamente definito, che genera diverse problematiche di coordinamento e armonizzazione normativa. L'Unione Europea sta cercando di delineare un approccio comune attraverso varie iniziative legislative e strategiche, volte a garantire l'utilizzo responsabile, sicuro e affidabile delle tecnologie basate su IA nei servizi di mobilità.

Uno dei pilastri principali dell'approccio europeo è il Regolamento sull'Intelligenza Artificiale (AI Act), presentato dalla Commissione Europea nell'aprile 2021. Tale regolamento è stato concepito come primo atto normativo orizzontale vincolante a livello globale nel campo

⁴¹ **Commissione Europea. (2024).** *Artificial Intelligence Act – Regolamento (UE) 2024/1689.* Direzione Generale Reti di comunicazione, contenuti e tecnologie.

dell'intelligenza artificiale, che definisce regole armonizzate per lo sviluppo, la commercializzazione e l'utilizzo di sistemi basati su IA all'interno del mercato unico europeo. Il Regolamento introduce un approccio basato sul rischio ("risk-based approach") che classifica i sistemi di IA in quattro categorie principali, ciascuna soggetta a diversi livelli di controllo normativo:

- **Rischio inaccettabile**, per cui sono previste proibizioni di specifiche pratiche che violano diritti fondamentali o rappresentano un rischio concreto per la sicurezza personale o sociale, ad esempio la manipolazione subliminale e l'identificazione biometrica remota in tempo reale negli spazi pubblici, salvo limitate eccezioni.
- **Alto rischio**, comprendente quei sistemi di IA che possono avere un significativo impatto negativo sui diritti fondamentali o sulla sicurezza delle persone, come ad esempio le applicazioni IA per la gestione della mobilità, le infrastrutture critiche di trasporto e i sistemi di sicurezza in veicoli autonomi. Per questi sistemi, sono previste procedure di conformità rigorose, inclusa una valutazione obbligatoria del rispetto di standard tecnici, normativi ed etici prima della commercializzazione.
- **Rischio limitato**, per sistemi IA che interagiscono direttamente con le persone (come chatbot o sistemi di riconoscimento delle emozioni), soggetti prevalentemente ad obblighi di trasparenza informativa.
- **Rischio minimo**, per i quali non sono previste ulteriori obbligazioni normative specifiche.

Il Regolamento richiede una marcatura CE per i sistemi IA ad alto rischio, a garanzia della conformità a requisiti tecnici, legali ed etici. Tale marcatura garantisce dunque che i prodotti e servizi soddisfino elevati standard etici, tecnici e legali europei, con una particolare attenzione ai dati utilizzati per l'addestramento degli algoritmi, che devono essere rappresentativi, di alta qualità e privi di discriminazioni.

In parallelo al Regolamento sull'IA, l'UE ha adottato diverse strategie orientate alla digitalizzazione dei trasporti e alla creazione di uno spazio europeo comune per i dati (*European Strategy for Data*), mirato a facilitare la condivisione e l'utilizzo dei dati necessari per lo sviluppo efficace dei servizi MaaS.⁴² Nonostante tali sforzi, permane tuttavia l'assenza di una cornice normativa specifica e completamente armonizzata per i servizi MaaS, che rende complessa la gestione operativa e l'integrazione fra piattaforme diverse.

⁴² **Commissione Europea. (2020).** *A European strategy for data.* Bruxelles: Commissione Europea.

Questa frammentazione normativa contribuisce ad una situazione di incertezza per gli operatori del settore, influenzando negativamente l'attrattiva degli investimenti privati e pubblici in tecnologie innovative. La mancanza di una regolamentazione unificata specifica per il MaaS impedisce lo sviluppo su larga scala di soluzioni integrate e coerenti tra gli stati membri, limitando così il pieno potenziale dell'intelligenza artificiale nel migliorare la mobilità urbana e interurbana europea.

Alla luce di ciò, emerge chiaramente la necessità per l'Unione Europea di proseguire nell'implementazione di un quadro regolatorio coerente e completo, in grado di sostenere adeguatamente le innovazioni nel campo dell'intelligenza artificiale e dei sistemi di mobilità integrati, attraverso regole chiare, flessibili e aggiornate che bilancino efficacemente innovazione, sicurezza e tutela dei diritti fondamentali degli utenti.

Livello Italiano

In Italia, l'adattamento del quadro normativo per lo sviluppo dei servizi MaaS incontra ostacoli significativi, principalmente legati alla complessità derivante dalla stratificazione delle competenze amministrative e regolamentari. La frammentazione normativa, causata da differenti regolamenti locali sui trasporti, costituisce una barriera critica all'implementazione uniforme delle piattaforme MaaS sul territorio nazionale. La mobilità infatti, secondo l'attuale assetto istituzionale, coinvolge molteplici livelli amministrativi che spaziano dalle competenze comunali e metropolitane a quelle regionali e statali. Questa dispersione di responsabilità determina una difficoltà strutturale nella definizione di standard tecnici e normativi comuni necessari a garantire interoperabilità, fluidità dei servizi e chiarezza delle procedure per gli operatori coinvolti.

In aggiunta, si osserva una lentezza nell'adeguamento delle normative esistenti alle esigenze di innovazione poste dal MaaS, sia sul piano tecnologico sia su quello operativo. La mancanza di un quadro legislativo e regolamentare uniforme limita la possibilità di integrare efficacemente i servizi di mobilità pubblica con quelli privati, frenando così le potenzialità di innovazione del settore. Questa situazione si traduce nella difficoltà di creare piattaforme MaaS capaci di offrire servizi veramente integrati e in grado di operare a livello interregionale o nazionale, limitando così i benefici attesi in termini di accessibilità e sostenibilità della mobilità.

Un caso emblematico è rappresentato dal progetto MaaS4Italy, promosso dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, volto a sperimentare modelli innovativi di mobilità

integrata in alcune città italiane.⁴³ Nonostante la validità delle sperimentazioni avviate, questo progetto ha evidenziato chiaramente le lacune giuridiche e operative del contesto italiano, in particolare riguardo alla condivisione dei dati, all'interoperabilità dei sistemi digitali e alla necessità di regole chiare e condivise per favorire la collaborazione tra enti locali, regioni e operatori privati. Queste lacune sono state individuate come principali fattori che rallentano significativamente l'adozione diffusa di soluzioni MaaS in Italia.

Per superare queste difficoltà, risulta indispensabile una governance nazionale più incisiva che favorisca una maggiore uniformità regolatoria e coordini efficacemente l'azione tra i vari livelli amministrativi coinvolti. Un tale approccio consentirebbe non solo di facilitare la collaborazione pubblico-privato ma anche di rendere più attrattivo il mercato italiano agli investimenti esterni, creando le condizioni necessarie per una reale diffusione delle piattaforme MaaS su scala nazionale.

Impatti sull'innovazione

La complessità normativa e la lentezza nell'adattamento legislativo costituiscono barriere concrete all'innovazione in ambito MaaS e IA. Il quadro regolamentare europeo, pur animato dalla volontà di posizionarsi come leader globale nell'innovazione responsabile, risulta spesso eccessivamente complesso e frammentato. Tale frammentazione produce costi elevati di compliance, soprattutto per le PMI, e scoraggia gli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S). Di conseguenza, nonostante le buone intenzioni, le normative europee rischiano di limitare la capacità competitiva delle imprese nel mercato globale, specialmente se confrontate con realtà come gli Stati Uniti e la Cina, dove la regolamentazione è più flessibile e maggiormente orientata a favorire lo sviluppo tecnologico e l'innovazione.

In particolare, la rigidità e la complessità delle normative europee generano effetti negativi diretti e indiretti. Direttamente, le imprese si trovano costrette a sostenere elevati costi operativi per l'adeguamento alla normativa, con ripercussioni negative sulla redditività e sulla capacità di allocare risorse per l'innovazione tecnologica. Indirettamente, la mancanza di chiarezza e uniformità normativa scoraggia l'ingresso di nuovi attori sul mercato, limita la cooperazione tra aziende pubbliche e private e rallenta l'adozione di soluzioni innovative basate su IA. La duplicazione degli oneri amministrativi a causa della regolamentazione multilivello (europea, nazionale e regionale) rappresenta un ulteriore ostacolo che riduce significativamente la capacità di attrarre investimenti privati strategici.

⁴³ **Dipartimento per la trasformazione digitale. (2022).** *Mobility as a Service for Italy*. Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Pertanto, emerge chiaramente la necessità di stabilire un quadro normativo stabile, aggiornato e coerente, capace di bilanciare efficacemente la tutela dei diritti fondamentali con l'esigenza di stimolare l'innovazione. Tale equilibrio risulta indispensabile per creare un ambiente favorevole agli investimenti in nuove tecnologie, ridurre il gap tecnologico rispetto ad altre economie globali e favorire una cooperazione pubblico-privata efficace.

3.2.2 GDPR e gestione della privacy nei MaaS basati su IA

Importanza della privacy nei sistemi MaaS

La protezione dei dati personali è un requisito fondamentale nei sistemi MaaS, specialmente quando questi sistemi si avvalgono di tecnologie di Intelligenza Artificiale. Tali servizi, infatti, comportano la gestione e il trattamento di informazioni personali estremamente sensibili, come la localizzazione geografica in tempo reale, le preferenze individuali di viaggio e i dati relativi ai profili degli utenti. La grande quantità di dati personali raccolti e analizzati dai sistemi intelligenti solleva preoccupazioni significative in termini di privacy, rendendo essenziale una gestione trasparente e sicura, in linea con le disposizioni normative europee.

L'introduzione del Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) ha avuto un impatto significativo sui sistemi MaaS, definendo in maniera più rigorosa gli standard di protezione dei dati che tali sistemi devono rispettare. Secondo quanto delineato dal GDPR e dalle Linee Guida del Comitato Europeo per la Protezione dei Dati (EDPB), emerge chiaramente l'importanza del principio di "data protection by design", ovvero la protezione dei dati integrata sin dalle fasi iniziali di progettazione del servizio.⁴⁴ Questo principio implica che i sistemi intelligenti debbano essere strutturati in modo tale da garantire il massimo livello di protezione dei dati personali fin dall'origine, evitando di gestire dati non essenziali o non proporzionati rispetto alle finalità specifiche del servizio offerto.

La gestione dei dati nei sistemi MaaS basati su IA deve pertanto rispondere a criteri precisi di minimizzazione dei dati e di trasparenza, assicurando che gli utenti siano pienamente informati riguardo le modalità e gli scopi del trattamento. Questo requisito diventa particolarmente critico nel contesto dell'IA, dove la profilazione automatizzata e l'analisi predittiva rischiano di violare i principi fondamentali della protezione dei dati se non adeguatamente controllati. Pertanto, la corretta applicazione del principio di data protection by design rappresenta una condizione imprescindibile per lo sviluppo sostenibile e conforme alle normative dei sistemi MaaS

⁴⁴ **European Data Protection Board (EDPB). (2020).** *Linee guida sul concetto di titolare del trattamento e responsabile del trattamento.*

intelligenti, garantendo al contempo la fiducia degli utenti e l'accettazione sociale di queste tecnologie innovative.

I MaaS devono rispettare dunque i principi fondamentali del GDPR, tra cui il consenso esplicito, la minimizzazione dei dati, il diritto all'oblio e il controllo sulla profilazione automatizzata. Gli utenti devono essere informati e consenzienti, i dati raccolti devono essere pertinenti e limitati, e ogni decisione automatizzata deve prevedere trasparenza e un possibile intervento umano.

Criticità emergenti

L'adozione dell'intelligenza artificiale nei sistemi MaaS porta con sé una serie di problematiche emergenti connesse alla gestione della privacy, in particolare riguardo la trasparenza e la comprensibilità degli algoritmi utilizzati. Come sottolineano Wulf e Seizov, la complessità intrinseca degli algoritmi di intelligenza artificiale rende spesso difficile per le aziende fornire spiegazioni adeguate e comprensibili sul funzionamento dei processi automatizzati. Il GDPR impone ai titolari del trattamento l'obbligo di fornire informazioni chiare e accessibili circa la logica sottostante alle decisioni automatizzate, soprattutto laddove tali decisioni producano effetti giuridici o incidano significativamente sulla vita degli interessati (Wulf e Seizov, 2024)⁴⁵. Tuttavia, le aziende spesso utilizzano formulazioni generiche e poco informative, creando difficoltà agli utenti nel comprendere l'effettivo impiego dei propri dati personali e nell'esercitare efficacemente i propri diritti.

In aggiunta alle sfide legate alla trasparenza degli algoritmi, un'ulteriore criticità deriva dalla definizione delle figure giuridiche coinvolte nel trattamento dei dati personali, ovvero il titolare e il responsabile del trattamento. Questa problematica risulta particolarmente complessa nel contesto MaaS, dove più attori (pubblici e privati) gestiscono dati personali congiuntamente o in maniera interconnessa. Secondo la Commissione Europea, il titolare del trattamento ("data controller") è colui che stabilisce le finalità e i mezzi del trattamento dei dati personali, mentre il responsabile del trattamento ("data processor") elabora i dati per conto del titolare e secondo le sue istruzioni (Commissione Europea, 2024)⁴⁶. Nel MaaS, data la pluralità di soggetti coinvolti (aziende di trasporto, fornitori di servizi digitali, enti pubblici locali) la linea di separazione tra titolare e responsabile diviene spesso incerta. Tale incertezza può ostacolare

⁴⁵ **Wulf, A. J., & Seizov, O. (2024).** *"Please understand we cannot provide further information": Evaluating content and transparency of GDPR-mandated AI disclosures*, AI & SOCIETY, 39, 235-256.

⁴⁶ **European Commission. (2024).** *What is a Data Controller or a Data Processor?*

l'attribuzione chiara delle responsabilità in materia di conformità al GDPR, creando rischi operativi e giuridici che potrebbero rallentare significativamente l'adozione delle tecnologie basate su IA.

Pertanto, risulta fondamentale definire con maggiore precisione le responsabilità e favorire pratiche di disclosure standardizzate e complete, al fine di garantire una gestione trasparente ed efficace della privacy nei servizi MaaS basati sull'intelligenza artificiale.

Rischi e implicazioni pratiche

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nei servizi di Mobility as a Service (MaaS) comporta significativi rischi pratici, in particolare riguardo alla fiducia degli utenti e alla conformità normativa.

La trasparenza e la protezione dei dati sono fondamentali per mantenere la fiducia degli utenti nei servizi MaaS basati su IA. L'opacità degli algoritmi e la gestione inadeguata dei dati personali possono erodere questa fiducia, portando a una diminuzione nell'adozione dei servizi. Come evidenziato dall'International Association of Privacy Professionals (IAPP), le autorità europee sottolineano l'importanza che i sistemi di IA permettano agli individui di esercitare i propri diritti in materia di protezione dei dati, inclusi l'accesso, la rettifica e la cancellazione dei dati personali. La mancanza di tali garanzie può compromettere la percezione di affidabilità del servizio da parte degli utenti.⁴⁷

Il mancato rispetto del GDPR espone le organizzazioni a sanzioni finanziarie significative. Secondo l'articolo 83 del GDPR, le violazioni possono comportare multe fino a 20 milioni di euro o al 4% del fatturato globale annuo dell'azienda, a seconda di quale importo sia maggiore. Ad esempio, nel 2024, Uber è stata multata per 290 milioni di euro dall'Autorità olandese per la protezione dei dati a causa di violazioni relative al GDPR.⁴⁸ Inoltre, le autorità di regolamentazione possono imporre restrizioni operative, come nel caso di DeepSeek, una startup cinese di intelligenza artificiale, che ha affrontato azioni regolatorie da parte di diversi paesi dell'UE per pratiche di raccolta dati non conformi. Tali misure possono includere la sospensione delle operazioni, causando interruzioni significative e perdite economiche.⁴⁹

⁴⁷ **International Association of Privacy Professionals (IAPP). (2024).** *AI and data protection: Emerging risks and compliance strategies.*

⁴⁸ **Autoriteit Persoonsgegevens (2024).** *Uber fined €290 million for GDPR violations.*

⁴⁹ **Reuters. (2024).** *EU regulators crack down on Chinese AI firm DeepSeek over data privacy breaches.*

Pertanto, per le aziende che operano nel settore MaaS basato su IA, è cruciale implementare misure di conformità al GDPR non solo per evitare sanzioni e blocchi operativi, ma anche per preservare la fiducia degli utenti, elemento chiave per il successo e la sostenibilità del servizio. Alla luce di queste criticità, diventa essenziale sviluppare standard condivisi di gestione dei dati e responsabilità ben definite, al fine di tutelare i diritti degli utenti e favorire la diffusione responsabile dei servizi MaaS basati su IA. Le implicazioni normative verranno ulteriormente analizzate nella sezione 3.2.3, dedicata agli ostacoli burocratici e alla frammentazione normativa.

3.2.3 Ostacoli burocratici e frammentazione normativa

Il contesto normativo italiano in materia di trasporti pubblici locali si caratterizza per un'elevata complessità istituzionale, frutto di una distribuzione multilivello delle competenze amministrative tra Stato, Regioni, Province e Comuni. Tale articolazione, sebbene ispirata ai principi di sussidiarietà, differenziazione e adeguatezza sanciti dall'art. 118 della Costituzione, ha determinato nel tempo un quadro frammentato e disomogeneo nella gestione e regolazione dei servizi di mobilità.

A livello legislativo, il principale riferimento è rappresentato dal Decreto Legislativo 19 novembre 1997, n. 422⁵⁰, che ha sancito il conferimento alle Regioni e agli enti locali delle funzioni e dei compiti in materia di trasporto pubblico locale, con l'obiettivo di modernizzare il settore e razionalizzare il riparto delle competenze. Tale decreto ha previsto che le Regioni diventino il fulcro della programmazione e del coordinamento del trasporto pubblico sul proprio territorio, potendo ulteriormente trasferire o delegare tali funzioni a Province e Comuni, in base ai rispettivi ordinamenti e capacità organizzative.

Tuttavia, l'attuazione di questo modello si è rivelata problematica. In molte Regioni, l'emanazione delle leggi regionali di conferimento delle funzioni agli enti locali non è avvenuta nei tempi previsti, determinando la necessità di interventi sostitutivi da parte dello Stato, come nel caso del D.Lgs. 22 settembre 1998, n. 345.⁵¹ Inoltre, la coesistenza di normative statali, regionali e locali ha prodotto un mosaico regolatorio caratterizzato da una forte eterogeneità tra territori. Le Regioni a statuto speciale e le Province autonome godono di ulteriori margini di autonomia normativa, accentuando ulteriormente la variabilità delle prassi amministrative.

⁵⁰ **Decreto Legislativo 19 novembre 1997, n. 422.** Conferimento alle Regioni e agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale.

⁵¹ **Decreto Legislativo 22 settembre 1998, n. 345.** Interventi sostitutivi in caso di inadempienza delle Regioni.

Come evidenziato anche dalla dottrina giuridica, questa pluralità di livelli decisionali e normativi determina una sostanziale variabilità nelle modalità di pianificazione, organizzazione e finanziamento dei servizi di trasporto locale da un'area all'altra del Paese. Ciò si traduce in regolamenti comunali non omogenei, sistemi di autorizzazione e controllo diversificati, nonché criteri difformi per l'erogazione dei servizi e la stipula dei contratti di servizio.⁵²

In definitiva, la frammentazione normativa derivante dalla distribuzione multilivello delle competenze in materia di trasporti, se non accompagnata da meccanismi efficaci di coordinamento interistituzionale, costituisce un ostacolo strutturale alla piena realizzazione di un sistema MaaS nazionale integrato, omogeneo e interoperabile.

Tale frammentazione limita l'adozione del modello MaaS su scala nazionale. Le differenze tra territori in termini di infrastrutture digitali, sistemi tariffari e regolamenti operativi determinano un panorama fortemente eterogeneo che ostacola l'integrazione dei servizi.

Da un lato, la coesistenza di normative locali autonome comporta una molteplicità di requisiti e vincoli tecnici che variano da una regione all'altra, rendendo complessa l'implementazione di una piattaforma MaaS nazionale coerente. Ne è un esempio la mancanza di uniformità nei sistemi tariffari e nei metodi di pagamento: secondo un'indagine condotta da The European House – Ambrosetti, mentre alcune città hanno adottato soluzioni evolute di pagamento elettronico, altre non dispongono ancora di tali tecnologie, con un'evidente disparità tra Nord e Sud Italia.⁵³

Inoltre, le Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia evidenziano che i diversi enti gestori di trasporto – comunali, provinciali e regionali – utilizzano spesso sistemi digitali non compatibili tra loro, con scarsa interoperabilità nei formati dei dati, nei protocolli di comunicazione e nelle logiche di accesso ai servizi. Questa frammentazione ostacola la creazione di un ecosistema MaaS unificato, capace di offrire un'esperienza utente integrata e fluida sull'intero territorio nazionale.

Collegare efficacemente servizi urbani, extraurbani e interregionali rappresenta una sfida aggiuntiva, ostacolata da politiche locali spesso non coordinate. Le diverse politiche locali in materia di mobilità e le strategie non coordinate fra enti impediscono lo sviluppo di percorsi intermodali ottimizzati, elemento centrale per il successo delle soluzioni MaaS. Ad esempio, il differente livello di digitalizzazione dei gestori locali incide direttamente sulla disponibilità di

⁵² **Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili. (2021).** *Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia.*

⁵³ **The European House – Ambrosetti. (2023).** *Mobilità sostenibile e digitale in Italia: Scenari e prospettive.* Milano.

dati in tempo reale, compromettendo la qualità del servizio e le potenzialità dell'intelligenza artificiale applicata al MaaS.

In definitiva, l'assenza di una visione strategica unitaria e la persistenza di incompatibilità tra infrastrutture e regolamenti locali rappresentano barriere sistemiche che rallentano l'espansione del modello MaaS in Italia, impedendo la scalabilità delle soluzioni e la loro sostenibilità a lungo termine.

Eccesso di burocrazia

Un ulteriore ostacolo rilevante alla diffusione capillare del modello MaaS in Italia è rappresentato dall'eccesso di burocrazia e dalla lentezza delle procedure amministrative, che impattano negativamente sulla realizzazione dei progetti di mobilità intelligente. Nonostante l'adozione di riforme volte alla semplificazione normativa, i processi autorizzativi risultano ancora spesso frammentati, ridondanti e non omogenei tra i diversi livelli istituzionali.

Nel contesto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), è stato riconosciuto il bisogno di semplificare radicalmente le procedure nel settore dei trasporti, con interventi mirati alla digitalizzazione e alla riduzione dei passaggi burocratici nei progetti infrastrutturali e logistici. Ad esempio, è stata introdotta una riforma specifica per accelerare la valutazione dei progetti relativi al trasporto pubblico locale a impianti fissi.⁵⁴ La nuova normativa ha innalzato la soglia economica oltre la quale è richiesto il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, prevedendo inoltre l'adozione del silenzio-assenso decorso un termine prestabilito, per evitare rallentamenti arbitrari nella fase autorizzativa.

Parallelamente, la digitalizzazione delle procedure e l'interoperabilità tra le piattaforme amministrative sono state indicate come priorità strategiche. Tuttavia, l'attuazione concreta resta parziale e disomogenea. L'analisi condotta sulla rete degli Sportelli Unici per le Attività Produttive (SUAP), ad esempio, ha mostrato forti disparità tra i Comuni nella gestione digitale delle pratiche, con solo una parte delle amministrazioni locali in grado di garantire l'interoperabilità secondo gli standard tecnici definiti.⁵⁵

Anche il PNRR, pur riconoscendo la necessità di intervenire su questi nodi critici, ha dovuto affrontare difficoltà nella messa a terra di alcune riforme. In molti casi, le misure previste per velocizzare gli investimenti sono state frenate dalla carenza di personale tecnico nelle

⁵⁴ **Governo Italiano – Presidenza del Consiglio dei Ministri. (2021).** *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).*

⁵⁵ **Corte dei Conti. (2022).** *Relazione sulla digitalizzazione dei SUAP e interoperabilità dei servizi amministrativi locali.*

amministrazioni locali, dalla necessità di adeguare le competenze digitali e dalla mancanza di coordinamento tra i vari livelli istituzionali coinvolti.

Questa complessità si riflette anche nell'ambito dei progetti MaaS sperimentali, dove l'attivazione di partnership pubblico-private o la gestione di bandi dedicati risente di tempistiche dilatate e scarsa chiarezza normativa. L'effetto complessivo è un rallentamento dell'innovazione e un disincentivo per gli operatori privati interessati a investire nel settore, che si trovano a fronteggiare incertezza procedurale e vincoli amministrativi spesso non allineati tra territori limitrofi.

È quindi evidente la necessità, che verrà discussa nel Capitolo 4, di sviluppare una governance più centralizzata e integrata, capace di definire linee guida condivise e strumenti normativi uniformi per l'attuazione efficace e coordinata dei MaaS su scala nazionale.

Necessità di governance centralizzata e semplificazione

L'attuale struttura del sistema normativo e amministrativo che regola il Trasporto Pubblico Locale (TPL) in Italia evidenzia la necessità di un profondo ripensamento delle modalità di governo del settore, soprattutto in relazione alla transizione verso modelli digitalizzati e integrati come il MaaS. Come evidenziato dalla proposta di riforma del sistema di governance del TPL nel Veneto, la frammentazione istituzionale e gestionale, basata su bacini territoriali eterogenei e su enti di governo nati da convenzioni tra soggetti locali, ha prodotto effetti negativi sul coordinamento dei servizi, sull'efficienza operativa e sulla qualità percepita dai cittadini.⁵⁶ In tale contesto, si riscontra una ridotta capacità di indirizzo da parte della Regione e un approccio disomogeneo nella gestione dei servizi e dei sistemi tariffari tra i diversi territori. La proposta veneta di costituire agenzie territoriali unitarie, con il coinvolgimento diretto della Regione e delle società infrastrutturali regionali, rappresenta un esempio significativo di come una governance centralizzata possa offrire maggiori garanzie di efficacia e coerenza operativa. Le funzioni assegnate a tali agenzie, come la definizione di piani di bacino, la gestione delle risorse e l'affidamento dei servizi, mirano infatti a uniformare criteri e standard sul territorio, promuovendo una visione sistemica e integrata del trasporto locale.

Questa esigenza di centralizzazione trova riscontro anche nel documento "Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica" elaborato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Il testo sottolinea come la dispersione normativa e la molteplicità degli strumenti di pianificazione abbiano prodotto un'eccessiva frammentazione del sistema, ostacolando la

⁵⁶ **Regione del Veneto. (2023).** *Proposta di riforma della governance del trasporto pubblico locale: Linee guida per una nuova organizzazione territoriale.*

definizione di una visione strategica condivisa. L'introduzione del nuovo Piano Generale dei Trasporti e della Logistica e del Documento Pluriennale di Programmazione è stata pensata proprio per superare tali criticità, promuovendo un approccio unitario alla pianificazione, capace di garantire coerenza tra livelli territoriali e continuità nella realizzazione delle opere.⁵⁷ In chiusura, risulta evidente come l'evoluzione del MaaS in Italia richieda un cambio di paradigma anche dal punto di vista istituzionale. È fondamentale che il legislatore e gli enti territoriali lavorino alla creazione di un quadro normativo armonizzato e semplificato, con un coordinamento nazionale forte e linee guida chiare per favorire l'interoperabilità, l'efficienza e l'innovazione. Questi aspetti saranno approfonditi nel Capitolo 4 della tesi, dedicato alle strategie per una maggiore integrazione dell'IA nei MaaS italiani.

⁵⁷ **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2022).** *Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica.*

3.3 Resistenza al cambiamento e accettazione sociale

3.3.1 Percezione del MaaS tra utenti e operatori del settore: tra innovazione, timori e complessità percepita

Tra le principali barriere alla diffusione del MaaS in Italia, oltre agli ostacoli tecnici e normativi, emerge con forza la dimensione culturale: la percezione del MaaS da parte degli utenti e degli operatori gioca un ruolo cruciale nel determinarne l'adozione e la sostenibilità nel lungo termine. Il Mobility as a Service rappresenta un profondo cambiamento rispetto al tradizionale modello di mobilità.

Questo cambiamento non è solo tecnologico, ma comporta anche un'importante evoluzione comportamentale e culturale. Infatti, il MaaS richiede agli utenti una modifica significativa delle proprie abitudini quotidiane, spingendoli a ripensare il concetto stesso di spostamento urbano. Gli utenti devono passare dall'utilizzo abituale e autonomo di mezzi propri ad una mobilità basata sulla pianificazione condivisa e sull'integrazione multimodale. Tale transizione, seppur promettente sotto molti aspetti, si scontra inevitabilmente con le resistenze derivanti dalla necessità di adattare le proprie abitudini e routine consolidate a nuove modalità di fruizione dei servizi di trasporto.

Inoltre, l'introduzione del MaaS impatta significativamente anche sugli operatori del settore dei trasporti, che si trovano di fronte ad un modello di business radicalmente diverso. Questo cambiamento può suscitare apprensioni legate principalmente alla perdita di autonomia nella gestione operativa e decisionale, oltre che alla necessità di collaborare strettamente con altri operatori, condividendo dati e risorse in modo integrato e continuativo. L'esigenza di collaborare con terze parti per la gestione integrata di tariffe, informazioni sugli utenti e strategie operative rappresenta spesso una fonte di diffidenza e incertezza, soprattutto in contesti fortemente caratterizzati da logiche competitive e da modelli di gestione autonomi.

Il MaaS si configura come una sfida non solo tecnologica e organizzativa, ma anche sociale e culturale, implicando una profonda revisione sia delle pratiche di mobilità quotidiana degli utenti, sia dei modelli operativi e decisionali degli operatori del settore dei trasporti. Tale revisione, per essere pienamente efficace, necessita di una comunicazione istituzionale chiara e di politiche mirate a facilitare questa transizione complessa e articolata, in particolare nel contesto italiano caratterizzato da una forte frammentazione territoriale e regolamentare.⁵⁸

⁵⁸Tartaglia, M., Nourbakhsh, S., Vannacci, L., Farsi, M., Lauetta, C., Celotto, L., Tiralosi, G., & Conte, C. (2024). *Il Mobility-as-a-Service (MaaS): verso un nuovo paradigma di mobilità*. Ferrovie dello Stato Italiane & The European House – Ambrosetti.

Resistenze tra gli operatori di trasporto

L'introduzione del modello MaaS genera inevitabili resistenze tra gli operatori del settore della mobilità, principalmente legate al timore di una perdita di autonomia decisionale e operativa. Nel contesto italiano, caratterizzato da una grande diversificazione e frammentazione delle modalità e degli operatori di trasporto, tale preoccupazione risulta particolarmente accentuata. Gli operatori locali, infatti, percepiscono il modello MaaS come una possibile minaccia alla loro capacità di gestire autonomamente le proprie reti di servizi, le strategie tariffarie e i rapporti con gli utenti finali, poiché il MaaS implica necessariamente una condivisione integrata e collaborativa di risorse, dati e clienti tra più soggetti.

Nello specifico, le resistenze emergono soprattutto verso la condivisione dei dati operativi e commerciali, ritenuta rischiosa dagli operatori per motivi di sicurezza, competitività e riservatezza aziendale. La diffusione del MaaS, infatti, richiede che i diversi fornitori di mobilità condividano informazioni relative a tariffe, disponibilità di veicoli, orari e profili degli utenti, operazione che spesso incontra una forte resistenza da parte degli operatori tradizionali. Questa riluttanza deriva dal timore che l'integrazione delle piattaforme possa erodere margini di profitto, favorendo una maggiore competizione e aumentando la dipendenza da operatori esterni, in particolare quelli tecnologici, che solitamente controllano le piattaforme digitali centralizzate.

Inoltre, la mancanza di un chiaro quadro normativo nazionale che disciplini e regoli in modo efficace la cooperazione tra operatori di trasporto locali, spesso diversificati per competenze territoriali e dimensione, incrementa ulteriormente questa diffidenza. Gli operatori manifestano perciò prudenza nell'investire in un ecosistema compromettendo la loro autonomia strategica e la possibilità di mantenere un posizionamento competitivo.

È evidente che per superare queste resistenze è fondamentale instaurare una governance pubblica equilibrata, che garantisca agli operatori la tutela della loro autonomia gestionale attraverso un quadro normativo e contrattuale trasparente e ben definito come abbiamo evidenziato nel capitolo precedente.⁵⁹

Resistenze tra gli utenti

L'introduzione del modello MaaS rappresenta un cambiamento radicale anche nelle modalità con cui gli utenti sono abituati a gestire i propri spostamenti, incidendo significativamente non

⁵⁹ **TTS Italia. (2021).** *Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia.* Torino: TTS Italia – Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico.

solo sugli strumenti tecnologici impiegati ma anche sulle abitudini comportamentali. Questo passaggio genera spesso negli utenti forme di diffidenza, derivanti principalmente dalla percezione di una crescente complessità del sistema, che implica l'apprendimento e la gestione di tecnologie digitali e piattaforme integrate considerate inizialmente poco intuitive.

Una delle principali difficoltà per gli utenti risiede nel superamento dell'abitudine radicata all'utilizzo della propria automobile. Il mezzo privato rappresenta per molti utenti un simbolo di autonomia e indipendenza, permettendo loro di mantenere il controllo assoluto sulla mobilità personale. Al contrario, l'adozione di sistemi MaaS richiede una maggiore apertura verso modalità di trasporto condivise e integrate, introducendo un modello di mobilità basato su applicazioni digitali che aggregano informazioni, pianificazione del percorso e pagamenti in un'unica piattaforma. Questo cambiamento può generare una resistenza legata al timore di perdere la semplicità e la comodità tipicamente associate al trasporto individuale.

Un'altra significativa barriera riscontrata è la necessità di familiarizzare con strumenti digitali avanzati, un fattore che può risultare problematico soprattutto per quelle fasce di popolazione meno propense o capaci di gestire la tecnologia digitale. Tale ostacolo, infatti, può generare negli utenti un senso di frustrazione e disagio, inducendoli a preferire la sicurezza e semplicità dei sistemi di trasporto tradizionali.

Infine, un ulteriore elemento critico è rappresentato dalla scarsa informazione istituzionale disponibile riguardo al funzionamento e ai vantaggi del modello MaaS. Tale carenza comunicativa contribuisce ad alimentare incomprensioni e diffidenza, impedendo agli utenti di sviluppare una visione chiara e completa del sistema e inducendo una resistenza spontanea verso il cambiamento proposto.

Le resistenze degli utenti verso il MaaS derivano principalmente dalla percepita complessità del nuovo sistema, dalla difficoltà di integrazione con le abitudini consolidate e dalla volontà di conservare il controllo e la comodità garantiti dall'auto privata. Affrontare tali problematiche mediante strategie mirate di comunicazione, formazione e incentivazione diventa pertanto essenziale per favorire una maggiore accettazione e diffusione del modello di mobilità integrata proposto dal MaaS.

La limitata divulgazione e scarsa conoscenza dei benefici e delle modalità di fruizione dei servizi MaaS contribuiscono a generare scetticismo e ad incrementare la percezione di rischio e complessità da parte degli utenti. Questi ultimi, in assenza di informazioni chiare e omogenee, tendono naturalmente a mantenere le proprie abitudini consolidate, come l'utilizzo predominante dell'auto privata.

Pertanto, risulta evidente che, per agevolare una diffusione omogenea ed efficace del MaaS in Italia, è indispensabile promuovere anche una comunicazione istituzionale integrata e coerente. Questi interventi potrebbero rappresentare un punto di svolta per superare le resistenze culturali, migliorare l'accettazione sociale e favorire una più rapida adozione di modelli innovativi e sostenibili di mobilità.⁶⁰

3.3.2 Fattori di fiducia e sicurezza nell'uso dell'IA nei trasporti

Importanza della fiducia nell'adozione delle tecnologie IA

La fiducia rappresenta un elemento imprescindibile per l'accettazione delle tecnologie basate sull'intelligenza artificiale, soprattutto nei settori dove le decisioni automatizzate hanno un forte impatto sulla vita delle persone, come quello dei trasporti. La diffusione efficace delle piattaforme di MaaS, infatti, richiede che gli utenti percepiscano l'IA alla base dei servizi di mobilità come affidabile e sicura, al fine di utilizzarla regolarmente e integrarla nelle proprie abitudini quotidiane. In altre parole, l'adozione delle tecnologie intelligenti è fortemente influenzata dalla capacità dei sistemi di guadagnare la fiducia degli utenti finali, che devono sentirsi a proprio agio nel delegare parte delle loro decisioni e della loro autonomia a una macchina, con la certezza che questa agisca in modo efficace e nell'interesse dell'utente stesso. Un ostacolo rilevante nella costruzione di questa fiducia risiede nel cosiddetto effetto "black box" tipico di molti algoritmi di IA, che deriva dalla complessità e opacità intrinseca di tali sistemi. Questo fenomeno si verifica quando gli utenti non sono in grado di comprendere chiaramente i meccanismi decisionali delle tecnologie intelligenti, percependo pertanto una mancanza di trasparenza nel funzionamento degli algoritmi. Tale opacità può generare sentimenti di incertezza e diffidenza, riducendo significativamente la volontà degli utenti di affidarsi ai sistemi automatizzati nei trasporti. In altre parole, quando gli utenti non riescono a comprendere come e perché l'IA giunga a determinate decisioni, la loro fiducia verso tali tecnologie tende inevitabilmente a diminuire, limitando così il loro pieno utilizzo e la loro diffusione nel settore della mobilità.⁶¹

⁶⁰ Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (2022). *Verso un nuovo modello di mobilità locale sostenibile*. Roma: MIMS.

⁶¹ Afroogh, S., Akbari, A., Malone, E., Kargar, M., & Alambeigi, H. (2024). Trust in AI: Progress, challenges, and future directions. *Humanities & Social Sciences Communications*, 11(1)

Percezioni comuni dell'IA tra gli utenti

L'adozione dell'intelligenza artificiale nel settore dei trasporti porta con sé timori diffusi tra gli utenti, legati prevalentemente alla percezione di perdita di controllo, alla possibilità di errori dei sistemi automatizzati e alle preoccupazioni relative alla sicurezza informatica. L'introduzione di sistemi intelligenti nei trasporti, come i veicoli autonomi, solleva inevitabilmente domande sulla capacità degli utenti di affidare completamente la propria sicurezza a dispositivi automatici. Nonostante la progressiva diffusione di questi sistemi, persiste infatti una significativa diffidenza nei confronti della loro affidabilità, soprattutto quando il controllo viene trasferito completamente alla tecnologia artificiale, senza la possibilità di intervento umano diretto.

Gli utenti manifestano frequentemente dubbi relativi alla capacità dei veicoli autonomi di reagire correttamente in situazioni impreviste o di emergenza, mettendo in discussione la loro affidabilità operativa. Queste percezioni sono alimentate anche dalla scarsa comprensione del funzionamento reale degli algoritmi, percepiti come sistemi complessi e difficili da controllare in caso di malfunzionamenti. Un ulteriore elemento di preoccupazione deriva dalla sicurezza informatica, poiché i sistemi IA necessitano della gestione di grandi quantità di dati personali, esponendo così gli utenti al rischio di violazioni della privacy e attacchi hacker.

Tali preoccupazioni contribuiscono alla formazione di una barriera psicologica significativa, che influisce negativamente sulla propensione degli utenti ad adottare pienamente soluzioni basate sull'intelligenza artificiale nei trasporti. Pertanto, la percezione dei rischi connessi alla sicurezza, al controllo personale e alla gestione dei dati, nonostante i potenziali benefici derivanti da queste tecnologie, rappresenta tuttora un ostacolo rilevante che gli operatori del settore devono affrontare efficacemente per garantire una maggiore accettazione sociale del MaaS.⁶²

Diffidenza legata alla privacy e all'etica

La gestione dei dati personali rappresenta un aspetto cruciale nell'influenzare il livello di fiducia degli utenti nei confronti dell'intelligenza artificiale nel settore dei trasporti. Come evidenziato nella sezione 3.2.2, la raccolta e l'elaborazione di informazioni sensibili, quali dati biometrici e localizzazioni geografiche, sollevano significative preoccupazioni riguardo alla privacy e alla

⁶² Kenesei, Z., Ásványi, K., Kökény, L., Jászberényi, M., Miskolczi, M., Gyulavári, T., & Syahrivar, J. (2022). Trust and perceived risk: How different manifestations affect the adoption of autonomous vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 165, 248–263.

sicurezza delle informazioni personali. Queste apprensioni sono amplificate dalla possibilità che tali dati vengano utilizzati in modo improprio o cadano vittima di violazioni della sicurezza, compromettendo la fiducia degli utenti nei sistemi basati su IA.

Oltre alle questioni di privacy, emergono rilevanti considerazioni etiche legate all'implementazione dell'IA nei trasporti. Un esempio significativo riguarda i veicoli autonomi, i quali si basano su algoritmi per prendere decisioni in situazioni critiche. La mancanza di trasparenza in questi processi decisionali può generare diffidenza tra gli utenti, che potrebbero percepire tali sistemi come iniqui o non affidabili. Inoltre, l'assenza di standard etici condivisi per lo sviluppo e l'implementazione dell'IA può portare a risultati discriminatori o ingiusti, minando ulteriormente la fiducia del pubblico.

Per affrontare queste sfide, è fondamentale che gli sviluppatori e i responsabili politici stabiliscano quadri etici e normativi robusti che garantiscano l'uso responsabile dell'IA. Ciò include l'adozione di misure per proteggere la privacy degli utenti, promuovere la trasparenza negli algoritmi decisionali e assicurare che i sistemi siano equi e privi di bias. Solo attraverso tali iniziative sarà possibile rafforzare la fiducia del pubblico nell'IA applicata ai trasporti, favorendone una più ampia accettazione e integrazione nella società.⁶³

Conseguenze della mancanza di fiducia

Nonostante i benefici oggettivi offerti da queste piattaforme, come una maggiore efficienza, riduzione della congestione urbana e personalizzazione dei servizi, la percezione di rischio da parte degli utenti può prevalere, determinando un rallentamento dell'adozione e una limitata diffusione delle tecnologie intelligenti. Numerosi casi dimostrano che, indipendentemente dai vantaggi teorici, se gli utenti non percepiscono le tecnologie come sicure e affidabili, il loro utilizzo rimane estremamente contenuto, limitando il potenziale innovativo dei sistemi basati su IA. Questo fenomeno non si limita al settore dei trasporti, ma coinvolge diversi ambiti quali la sanità, la finanza e la pubblica amministrazione, dove simili timori hanno comportato ritardi significativi nella transizione digitale e nell'introduzione di sistemi automatizzati, evidenziando quanto sia cruciale gestire la percezione e la comunicazione della sicurezza e della trasparenza dell'IA.⁶⁴

Per affrontare efficacemente tali resistenze, è essenziale focalizzarsi su tre elementi chiave: trasparenza, educazione e comunicazione. La trasparenza implica che i sistemi di IA debbano

⁶³ **Forbes Business Council. (2025, March 4).** Ethics in AI: Navigating security, trust and ownership. *Forbes*.

⁶⁴ **Hall, K. (2024, February 6).** AI trust issues: What you need to know. *CMSWire*.

essere costruiti e comunicati in modo chiaro e comprensibile per gli utenti finali. Tale chiarezza aiuta a mitigare le percezioni di rischio derivanti dalla cosiddetta “black box” dell’intelligenza artificiale, facilitando una migliore comprensione delle modalità con cui le decisioni automatizzate vengono prese. Nell’ambito educativo, ad esempio, si è rilevato come l’adozione di tecnologie IA abbia ottenuto maggiore successo quando accompagnata da iniziative trasparenti che spiegano chiaramente il funzionamento e le modalità d’impiego, aumentando significativamente la fiducia degli utilizzatori.⁶⁵

Parallelamente, l’educazione svolge un ruolo cruciale nella costruzione della fiducia: formare gli utenti e gli operatori del settore attraverso programmi specifici permette di ridurre l’ansia verso l’ignoto e chiarire i benefici reali dell’IA, creando una percezione più positiva e rassicurante delle nuove tecnologie. Infine, una comunicazione efficace e bidirezionale tra aziende tecnologiche, enti pubblici e utenti finali risulta fondamentale per gestire eventuali timori e diffondere in modo proattivo informazioni utili e rassicuranti, incrementando così l’affidabilità percepita delle soluzioni basate su IA. Studi recenti effettuati da StarMind confermano che, senza una comunicazione costante e coerente, l’IA rimane percepita come imprevedibile o potenzialmente rischiosa, compromettendo la sua diffusione su larga scala.⁶⁶

Questi aspetti saranno ulteriormente analizzati e approfonditi nel Capitolo 4, che si concentrerà specificamente sulle strategie operative per aumentare il livello di fiducia, migliorare l’accettazione sociale e facilitare l’integrazione delle tecnologie intelligenti all’interno del contesto MaaS italiano.

3.3.3 Barriere culturali e digital divide

La digitalizzazione rappresenta oggi uno dei principali fattori di crescita economica e inclusione sociale, tuttavia essa si scontra frequentemente con fenomeni di divario digitale, che si manifestano sotto diverse forme. Con il termine digital divide si intende, infatti, non solo la disparità nell’accesso alle infrastrutture tecnologiche, ma anche quella relativa all’uso delle tecnologie digitali, la quale può assumere dimensioni culturali e generazionali.⁶⁷

Il digital divide tecnologico riguarda principalmente l’accessibilità a infrastrutture ICT quali la rete internet veloce e gli strumenti digitali necessari per usufruire delle nuove tecnologie. La

⁶⁵ **Liaison.** (2024, August 29). The importance of transparency in education when adopting AI. *LiaisonEDU*.

⁶⁶ **StarMind.** (2024, December 4). *Breaking down AI transparency and trust barriers to boost adoption and reliability*.

⁶⁷ **OECD.** (2022). *Closing the Italian digital gap: The role of skills, intangibles and policies* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 126). OECD Publishing.

distribuzione disomogenea delle infrastrutture rappresenta una barriera rilevante per l'adozione generalizzata di soluzioni innovative, come i sistemi di MaaS basati su intelligenza artificiale, che necessitano di una connessione costante e affidabile.

Il digital divide culturale fa riferimento alla disparità nelle competenze digitali possedute dai diversi gruppi sociali e dalla loro propensione a utilizzare le nuove tecnologie. Questo divario può riflettere differenze educative, sociali ed economiche che incidono significativamente sulla capacità degli individui di beneficiare delle opportunità offerte dal digitale.

Il digital divide generazionale identifica invece la diversa propensione e abilità nell'utilizzo di strumenti digitali tra le diverse fasce di età, con le generazioni più anziane che presentano generalmente un minor livello di competenze e familiarità con tali strumenti, risultando quindi più restie a integrarle nelle loro abitudini quotidiane.

Nel contesto del MaaS, tali dimensioni del divario digitale diventano particolarmente rilevanti. I sistemi MaaS infatti si basano sull'integrazione di varie modalità di trasporto attraverso piattaforme digitali complesse che richiedono non solo infrastrutture avanzate, ma anche un'adeguata alfabetizzazione digitale da parte degli utenti. La presenza di significativi gap nell'accesso e nell'utilizzo delle tecnologie digitali rischia pertanto di ostacolare l'adozione diffusa di soluzioni intelligenti nei trasporti, limitando i benefici potenziali derivanti dall'innovazione digitale per una parte rilevante della popolazione e aumentando, così, le disparità sociali e territoriali⁶⁸.

L'importanza del digital divide per il MaaS risiede nella necessità di garantire che l'accesso e l'utilizzo di tali sistemi innovativi siano equi e inclusivi, coinvolgendo il più ampio numero possibile di utenti, e non limitati a fasce ristrette della popolazione già digitalmente alfabetizzate. In questo senso, affrontare il digital divide rappresenta una condizione imprescindibile per massimizzare l'efficacia delle piattaforme MaaS e realizzare pienamente il loro potenziale di miglioramento della mobilità e della qualità della vita dei cittadini.

Barriere culturali all'adozione del MaaS:

Le barriere culturali rappresentano una delle principali criticità all'adozione diffusa del modello MaaS, soprattutto in contesti dove la digitalizzazione incontra ostacoli di natura sociale e demografica. In particolare, emerge come le fasce di popolazione meno avvezze alle nuove tecnologie, come gli anziani, i residenti in aree rurali e coloro che utilizzano sporadicamente il

⁶⁸ Pasikowska-Schnass, M. (2020). *Digital culture – Access issues* (EPRS | European Parliamentary Research Service, PE 651.942). European Parliament.

trasporto pubblico, manifestino frequentemente una forte resistenza al cambiamento. Tali gruppi tendono a percepire il MaaS come eccessivamente complesso e lontano dalle proprie abitudini consolidate, preferendo modalità di trasporto tradizionali che non richiedano un elevato grado di interazione con tecnologie digitali.

Tra le motivazioni che alimentano questa diffidenza, gioca un ruolo fondamentale la scarsa alfabetizzazione digitale, intesa come la limitata capacità o dimestichezza nell'utilizzo di dispositivi digitali e di applicazioni mobili per pianificare, prenotare e pagare servizi di trasporto. Questa scarsa alfabetizzazione digitale si traduce spesso in una sfiducia diffusa verso le piattaforme tecnologiche, generando timori legati alla privacy, alla sicurezza dei dati personali e all'affidabilità dei servizi forniti tramite applicazioni intelligenti.

La difficoltà nell'interagire con applicazioni digitali crea dunque una barriera sostanziale all'accessibilità del MaaS, rendendo meno probabile che tali segmenti di popolazione scelgano di abbandonare modalità di trasporto individuali, come l'automobile privata, percepite come più immediate e intuitive. Questa situazione limita significativamente il potenziale di diffusione del MaaS in contesti sociali eterogenei, contribuendo a mantenere elevato il divario digitale e sociale tra differenti gruppi della popolazione. Pertanto, comprendere queste dinamiche e superare le resistenze culturali attraverso soluzioni inclusive e programmi mirati di alfabetizzazione digitale risulta essenziale per garantire una diffusione equa ed efficace del MaaS.

L'Italia mostra marcate disparità regionali e generazionali nella diffusione delle tecnologie digitali, acuite ulteriormente dalla pandemia di COVID-19. Sebbene questa abbia accelerato la digitalizzazione e favorito l'uso di internet anche tra le fasce più anziane, persistono profonde disuguaglianze digitali, soprattutto nel Mezzogiorno e nelle aree rurali.⁶⁹

Le difficoltà non si limitano alla sola disponibilità di infrastrutture digitali, ma riguardano anche le competenze necessarie per interagire con sistemi complessi come le piattaforme MaaS. L'alfabetizzazione digitale si conferma un fattore chiave per l'inclusione: gruppi vulnerabili come gli anziani, le persone con basso livello d'istruzione o reddito limitato risultano spesso esclusi dai benefici delle soluzioni digitali avanzate.⁷⁰

⁶⁹ ISTAT. (2022). *Cittadini e ICT*. Istituto Nazionale di Statistica.

⁷⁰ Delaere, H., Basu, S., Macharis, C., & Keseru, I. (2024). Barriers and opportunities for developing, implementing and operating inclusive digital mobility services. *European Transport Research Review*, 16, 67.

Secondo lo studio di Caballini et al. (2022)⁷¹, condotto su tre aree metropolitane italiane (Roma, Torino, Genova), la familiarità degli utenti con i servizi di mobilità condivisa e la loro disponibilità a utilizzare piattaforme MaaS varia sensibilmente in funzione del contesto urbano e del livello di maturità digitale. A Genova, ad esempio, oltre il 70% degli intervistati ha dichiarato di non aver mai utilizzato servizi di sharing, mentre a Torino la percentuale di utenti esperti supera il 58%. Questo evidenzia un divario significativo nella cultura digitale legata alla mobilità, che potrebbe ostacolare un'adozione omogenea del MaaS nel Paese.

Inoltre, nonostante un diffuso interesse per la sostenibilità e la disponibilità ad adottare veicoli ibridi o elettrici, la riluttanza a rinunciare al mezzo privato permane elevata in tutte e tre le città analizzate. Questa resistenza culturale, legata a fattori psicologici e comportamentali, è un ulteriore ostacolo all'affermazione di un modello MaaS inclusivo e diffuso.

A ciò si aggiunge la carenza di una normativa organica che assicuri l'accessibilità digitale dei servizi di mobilità. Le attuali regolamentazioni italiane si concentrano soprattutto sull'accessibilità fisica, tralasciando quella digitale, e riducono l'efficacia degli interventi volti a colmare il divario tecnologico. Inoltre, la mancanza di processi partecipativi e di co-creazione con le comunità locali riduce la possibilità di progettare soluzioni MaaS realmente inclusive.

Per garantire una diffusione equa del MaaS in Italia, è necessario un approccio integrato e multidimensionale che combini investimenti in infrastrutture digitali, alfabetizzazione tecnologica, normative inclusive e pratiche di co-progettazione. Solo così sarà possibile superare le barriere culturali e digitali che oggi limitano l'accesso alla mobilità intelligente e sostenibile per una parte significativa della popolazione.

⁷¹ Caballini, C., Corazza, M. V., Costa, V., Delponte, I., & Olivari, E. (2022). Assessing the feasibility of MaaS: A contribution from three Italian case studies.

Capitolo 4: Strategie per una maggiore integrazione dell'IA nei MaaS italiani

Dopo aver esaminato nel Capitolo 3 le principali criticità che ostacolano l'adozione dell'Intelligenza Artificiale nei sistemi Mobility as a Service (MaaS) in Italia, l'obiettivo del presente capitolo è quello di identificare e proporre soluzioni strategiche e operative concrete per superare tali barriere. Come emerso precedentemente, l'integrazione dell'IA nei MaaS italiani risulta ostacolata da fattori eterogenei, tra cui le limitate infrastrutture digitali, le complessità normative, la frammentazione regolatoria e le resistenze culturali degli utenti e degli operatori di settore. Considerata la complessità e la varietà di queste problematiche, risulta essenziale delineare un percorso operativo che si basi sull'analisi di best practices internazionali già consolidate, sul ruolo cruciale di una collaborazione sinergica tra enti pubblici e aziende private, e sull'esperienza concreta di operatori già attivi nel contesto italiano.

In particolare, questo capitolo si propone di rispondere ai seguenti quesiti strategici:

- Quali pratiche internazionali si sono dimostrate efficaci nell'integrare con successo l'Intelligenza Artificiale nei sistemi MaaS, e in che misura tali modelli sono replicabili nel contesto nazionale italiano?
- Qual è il ruolo e il contributo che possono fornire i principali attori pubblici e privati per promuovere una più rapida e omogenea diffusione dei MaaS basati su IA in Italia?
- Quali sono le esperienze concrete di operatori italiani nell'implementare queste soluzioni tecnologiche avanzate, e quali strategie hanno adottato per affrontare le sfide emerse?

Al fine di rispondere compiutamente a tali quesiti, verrà innanzitutto condotta un'analisi comparativa delle esperienze di alcuni paesi pionieristici nell'ambito del MaaS, quali la Finlandia e il Regno Unito. A tale scopo, è stato sviluppato e somministrato un questionario qualitativo a professionisti ed esperti operanti nel settore MaaS nei due paesi, per raccogliere dati empirici riguardo ai fattori chiave di successo e ai principali ostacoli affrontati durante il processo di implementazione. L'obiettivo di questa analisi comparativa non è soltanto descrivere esperienze virtuose, bensì identificare in maniera critica e mirata quali elementi possano concretamente essere trasferiti e adattati al contesto italiano, considerando le peculiarità normative, culturali e tecnologiche nazionali.

Successivamente, il capitolo analizzerà nello specifico il ruolo cruciale della cooperazione tra settore pubblico e privato, elemento emerso come fondamentale nella letteratura internazionale e già sperimentato parzialmente in alcune iniziative italiane sostenute dal Piano Nazionale di

Ripresa e Resilienza (PNRR). Saranno delineate le politiche e le partnership che hanno permesso, in altri contesti, di creare un ambiente favorevole all'adozione e allo sviluppo di soluzioni tecnologiche avanzate, valutando la possibilità di replicarne modelli e approcci.

Infine, attraverso un approfondito caso studio su un operatore MaaS italiano, nello specifico Urbi Italia, verrà fornita una prospettiva diretta e operativa sullo stato attuale del MaaS e dell'integrazione dell'IA nel nostro Paese. L'analisi empirica sarà condotta attraverso una metodologia qualitativa basata su un'intervista semi-strutturata, finalizzata a raccogliere informazioni dettagliate sull'uso effettivo delle tecnologie di IA, sui vincoli incontrati a livello operativo e normativo, e sulle strategie adottate per superarli. Tale approccio metodologico permetterà di identificare criticità specifiche e soluzioni praticabili in grado di contribuire alla definizione di raccomandazioni operative per una più rapida diffusione del MaaS basato su IA in Italia.

Attraverso questa struttura integrata, il capitolo mira a fornire una visione completa e articolata delle possibili strategie e soluzioni che possano accelerare il processo di adozione dei sistemi MaaS avanzati, delineando un percorso concreto e sostenibile per il futuro della mobilità intelligente e integrata nel nostro Paese.

4.1 Best practices internazionali e motivazione della ricerca comparata

Nel contesto di questa tesi è fondamentale esaminare esperienze internazionali per individuare best practices e lezioni apprese nell'implementazione di Mobility as a Service (MaaS) supportato dall'intelligenza artificiale. A tale scopo è stata condotta un'analisi comparata con due contesti esteri avanzati, la Finlandia (caso Whim a Helsinki) e il Regno Unito (caso TfL a Londra), selezionati per il loro carattere pionieristico e la rilevanza delle soluzioni adottate. Questa analisi comparativa risponde agli obiettivi della tesi, poiché permette di collegare le sfide e opportunità del MaaS in Italia con esempi concreti di successo all'estero, evidenziando fattori abilitanti, ostacoli incontrati e il ruolo specifico dell'Intelligenza Artificiale in tali contesti. In particolare, la scelta di Helsinki e Londra è motivata dal fatto che la Finlandia è stata una delle prime nazioni a sperimentare il MaaS su larga scala (grazie all'app Whim, spesso citata come prima implementazione completa di MaaS al mondo⁷²), mentre Londra rappresenta un caso di studio di integrazione della mobilità urbana in una grande metropoli con un modello

⁷² **MaaS Alliance. (2019, 2 aprile).** *WHIMPACT – Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system.*

di governance consolidato (TfL), offrendo uno scenario diverso ma altrettanto istruttivo. Nel seguito, verranno descritti i risultati dell'analisi comparata, articolati in due sottosezioni dedicate ai suddetti casi, seguite da una riflessione conclusiva sui possibili insegnamenti per il contesto italiano.

Per inquadrare meglio il profilo degli esperti coinvolti nella ricerca e contestualizzare i risultati emersi, si riportano di seguito alcune visualizzazioni sintetiche basate sui dati raccolti attraverso il questionario somministrato a operatori e stakeholder del settore MaaS in Finlandia e Regno Unito.

In particolare, la figura 9 evidenzia la varietà dei ruoli professionali degli intervistati, comprendenti fornitori tecnologici, autorità pubbliche, operatori di trasporto, startup e consulenti. La figura 10 mostra la distribuzione geografica degli esperti, con un bilanciamento tra i due paesi oggetto dell'indagine. La figura 11 rappresenta il livello di esperienza maturato nel settore MaaS, indicando una prevalenza di figure senior (oltre 3 anni di esperienza). Infine, la figura 12 sintetizza le priorità strategiche individuate dagli intervistati per favorire lo sviluppo del MaaS: interoperabilità, regolamentazione, investimenti in IA, educazione e standard open data.

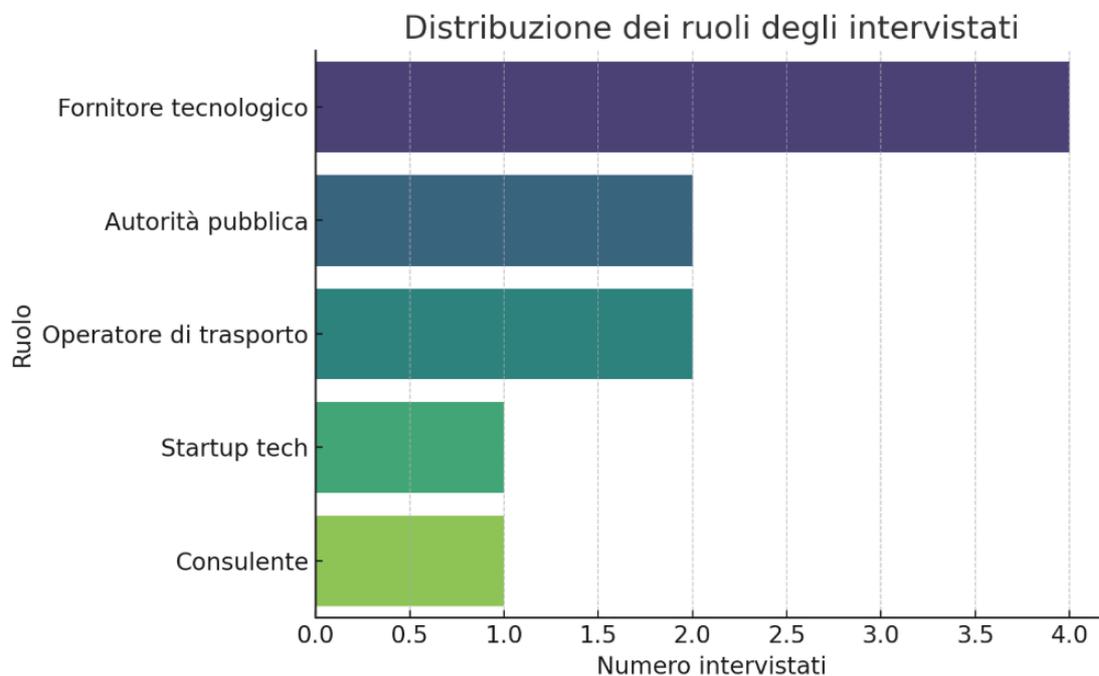


Figura 9. Distribuzione dei ruoli professionali dei 10 intervistati coinvolti nella ricerca. La maggioranza degli esperti opera come fornitori tecnologici (40%), seguiti da autorità pubbliche (20%), operatori di trasporto (20%), startup (10%) e consulenti (10%).

Distribuzione geografica degli intervistati

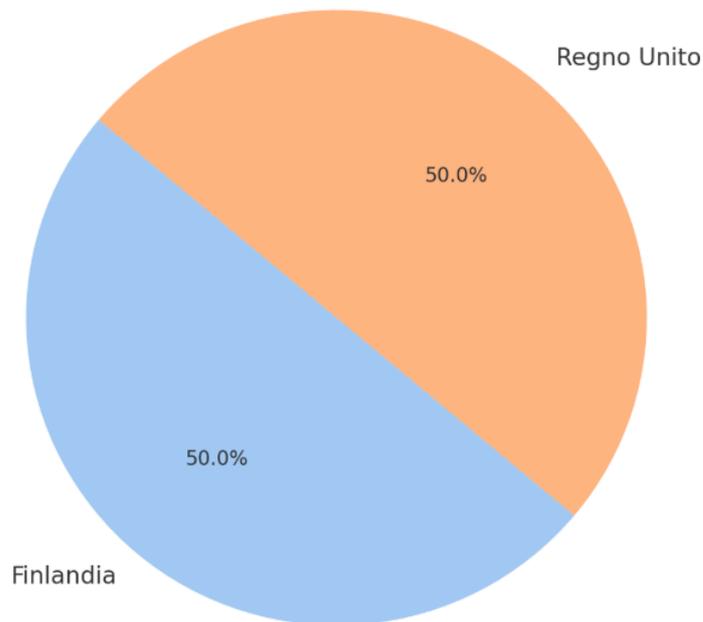


Figura 10. Provenienza geografica degli intervistati, equamente divisi tra Finlandia e Regno Unito (50% ciascuno), a rappresentare due contesti avanzati nello sviluppo del MaaS.

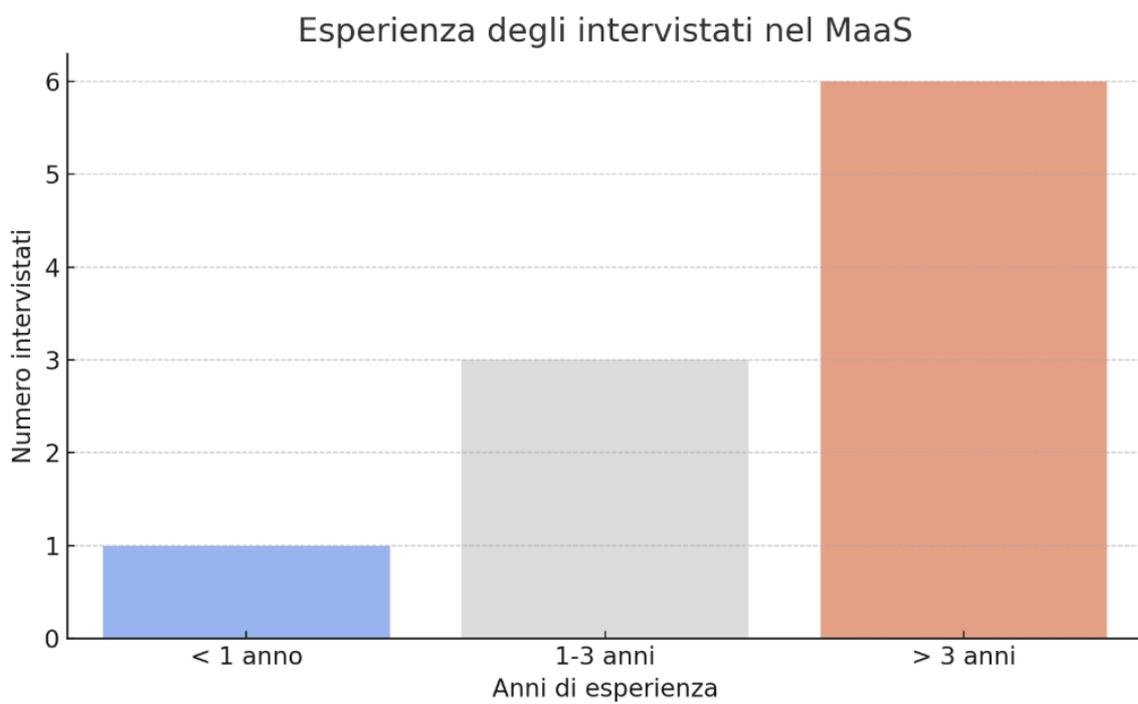


Figura 11. Anni di esperienza degli intervistati in progetti MaaS: la maggior parte (60%) lavora nel settore da più di 3 anni, mentre il 30% ha tra 1 e 3 anni di esperienza e il 10% è attivo da meno di un anno.

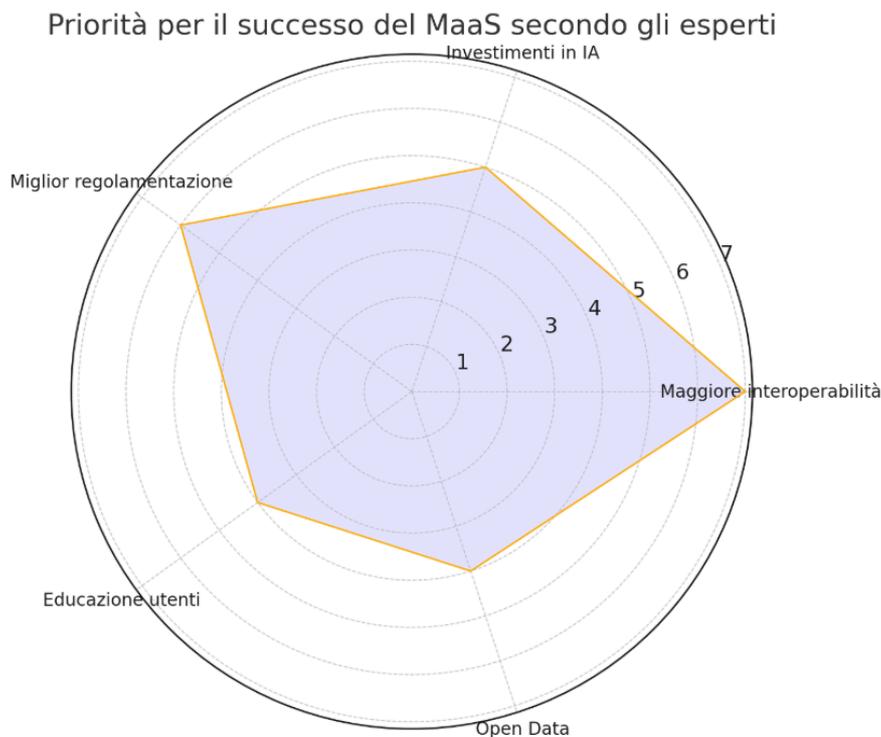


Figura 12. Priorità indicate dagli esperti per il successo del MaaS: l'interoperabilità tra operatori risulta la più urgente (70%), seguita dalla necessità di una migliore regolamentazione (60%) e di maggiori investimenti in IA (50%). Altri elementi rilevanti sono l'educazione degli utenti (40%) e la diffusione di standard open data (40%).

I dati raccolti evidenziano la diversità e l'esperienza degli esperti coinvolti nello studio, offrendo un quadro rappresentativo dei principali stakeholder nel panorama MaaS di Finlandia e Regno Unito. La maggioranza degli intervistati opera come fornitore tecnologico, a conferma del ruolo centrale dell'innovazione digitale nello sviluppo del MaaS. Inoltre, la distribuzione geografica bilanciata tra Finlandia e Regno Unito riflette l'interesse per due contesti con modelli di governance e approcci diversi ma entrambi pionieristici. Il livello di esperienza degli intervistati, prevalentemente superiore ai 3 anni, conferisce solidità alle risposte raccolte, mentre le priorità indicate, con particolare enfasi su interoperabilità, regolamentazione e investimenti in IA, offrono spunti chiari per definire strategie di sviluppo applicabili anche al contesto italiano. Queste evidenze saranno approfondite nella sezione successiva, dedicata all'analisi delle risposte e alla comparazione dei casi studio.

4.1.1 Il caso Whim (Finlandia)

La Finlandia, e in particolare l'area metropolitana di Helsinki, costituisce uno dei primi laboratori al mondo per il MaaS. Helsinki (circa 1,2 milioni di abitanti nell'area urbana) è una città altamente digitalizzata, con utenti propensi ad adottare servizi innovativi e un forte orientamento verso la mobilità sostenibile. Proprio a Helsinki è nata Whim, piattaforma MaaS lanciata in versione pilota nel 2016 e commercialmente nel 2017⁷³ dalla start-up locale MaaS Global, che offre un'unica applicazione per pianificare e pagare spostamenti multimodali (trasporto pubblico, taxi, bike sharing, ecc.). La scelta di Helsinki come culla del MaaS non è casuale: il contesto finlandese presenta elevata fiducia nei servizi digitali da parte della popolazione e politiche pubbliche lungimiranti (ad esempio normative pro-open data e un "Act on Transport Services" introdotto nel 2018) che hanno creato un terreno fertile per l'innovazione. Allo stesso tempo, esistono differenze tra il contesto urbano e quello periferico: se i giovani urbani adottano facilmente soluzioni MaaS, al di fuori delle grandi città persiste una forte dipendenza dall'auto privata come simbolo di indipendenza e necessità quotidiana (elemento culturale evidenziato da vari esperti finlandesi). In sintesi, la Finlandia offre un contesto di avanguardia tecnologica e favorevole supporto normativo, ma deve confrontarsi con sfide legate alla cultura dell'auto nelle aree meno urbanizzate e alla coordinazione di un ecosistema di attori eterogeneo su scala nazionale.

Prospettive degli attori e sintesi delle risposte: dalle risposte fornite da molteplici attori operanti nell'ecosistema MaaS finlandese (fornitori tecnologici, autorità pubbliche e operatori di trasporto, con esperienza pluriennale nel MaaS) emerge un quadro ricco di spunti. In primo luogo, i fattori di successo identificati convergono sull'importanza dell'urbanizzazione e dell'alta domanda di mobilità nei centri urbani: l'elevata concentrazione di utenti a Helsinki e dintorni ha favorito l'adozione di Whim, specialmente tra segmenti di popolazione digitalmente predisposti. Inoltre, la legislazione favorevole e le politiche sull'open data sono citate dagli intervistati come catalizzatori fondamentali: la Finlandia ha infatti imposto la condivisione dei dati di trasporto e aperto il mercato a nuovi operatori MaaS, creando condizioni propizie per la nascita di servizi innovativi. Un altro elemento chiave è l'integrazione di molteplici modalità di trasporto in un'unica app: Whim è riuscita a incorporare trasporto pubblico locale, taxi, servizi di micromobilità (bike sharing, monopattini) e persino il noleggio auto, offrendo soluzioni di viaggio "door-to-door" senza soluzione di continuità. Questa ampiezza di offerta,

⁷³ **MaaS Alliance. (2019, 2 aprile).** *WHIMPACT – Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system.*

unita a un'attenzione particolare alla semplicità e intuitività dell'esperienza utente, è stata indicata dai fornitori tecnologici come uno dei punti di forza per attrarre e fidelizzare gli utenti. Dal lato delle autorità pubbliche, si sottolinea come la collaborazione pubblico-privato abbia svolto un ruolo cruciale: ad esempio, il Comune di Helsinki e altri enti hanno lavorato con MaaS Global per assicurare che Whim potesse interfacciarsi con i sistemi di bigliettazione pubblica esistenti, mostrando che una governance condivisa è possibile quando vi è una visione comune di lungo termine sulla mobilità integrata.

Strategie che hanno favorito l'adozione del MaaS: sulla base dell'esperienza finlandese, è possibile individuare diverse strategie di implementazione che hanno contribuito a diffondere il MaaS tra gli utenti. In particolare, gli attori intervistati evidenziano le seguenti iniziative efficaci:

- **Integrazione nelle routine quotidiane:** offrire il servizio MaaS attraverso partner affidabili e in contesti di uso abituale (ad esempio, includendo Whim nei pacchetti di welfare aziendale o promuovendolo presso le residenze studentesche) anziché come applicazione isolata. Questo ha permesso di far conoscere il MaaS inserendolo nelle abitudini quotidiane degli utenti target, aumentando la comodità percepita.
- **Esperienza utente semplice e coinvolgente:** investire in un design dell'app intuitivo e in un funzionamento stabile. La facilità d'uso, dalla registrazione al pagamento unificato, è stata ritenuta essenziale per conquistare anche gli utenti meno esperti. Un'interfaccia ben progettata, con informazioni chiare e aggiornate in tempo reale, riduce le barriere all'adozione.
- **Offerte su misura e programmi fedeltà:** predisporre pacchetti tariffari personalizzati (ad esempio abbonamenti MaaS dedicati a studenti universitari, pendolari quotidiani, turisti, ecc.) e meccanismi di loyalty (punti, sconti, ricompense per uso frequente). Questa personalizzazione ha reso il servizio più vicino alle esigenze di specifici gruppi, aumentando la soddisfazione e il passaparola positivo.
- **Incentivi economici e crediti mobilità:** includere il MaaS in iniziative di incentivazione economica, come l'erogazione di crediti di mobilità o buoni sconto. Alcune aziende in Finlandia hanno offerto ai dipendenti crediti Whim come benefit, incoraggiandone l'utilizzo. Tali incentivi economici hanno abbassato la soglia di prova iniziale del servizio per molti utenti.

- **Campagne informative e community ambassador:** condurre campagne di educazione e informazione sulla mobilità integrata e sostenibile, anche sfruttando canali innovativi. Un esempio citato è il coinvolgimento di student ambassador nelle università e nelle scuole, ossia studenti formati per promuovere l'app Whim tra i colleghi, spiegandone i vantaggi. Questo approccio "peer-to-peer" ha contribuito a creare fiducia nel servizio e a raggiungere un pubblico più ampio.

Grazie a queste strategie, l'adozione di Whim in Finlandia ha potuto contare sia su iniziative top-down (policy e partnership istituzionali) sia su spinte bottom-up (coinvolgimento diretto degli utenti tramite incentivi e community), creando un ecosistema dove il MaaS è percepito sempre più come un'alternativa valida all'uso dell'auto privata nei centri urbani.

Efficacia dell'IA per efficienza operativa ed esperienza utente: L'Intelligenza Artificiale si è rivelata un elemento chiave nel potenziare le funzionalità di Whim e in generale dei servizi MaaS finlandesi, migliorando sia l'efficienza operativa dei sistemi di mobilità sia la qualità dell'esperienza utente. Diversi intervistati hanno riportato casi concreti di applicazione dell'IA in questo contesto.

Da un punto di vista operativo, algoritmi di machine learning vengono impiegati per la pianificazione multimodale in tempo reale: l'IA aiuta a calcolare percorsi ottimali combinando diversi mezzi di trasporto, tenendo conto delle condizioni del traffico, degli orari e persino delle preferenze individuali dell'utente. Ciò consente di fornire itinerari dinamici e personalizzati istantaneamente, anche adattando le soluzioni di viaggio in caso di perturbazioni (es. ritardi o cancellazioni su una tratta). Sul versante dei trasporti pubblici, l'IA viene utilizzata per la previsione della domanda e la gestione delle flotte: ad esempio, a Helsinki i modelli predittivi analizzano i dati storici e in tempo reale per anticipare i picchi di domanda su determinate linee di autobus o treni, ottimizzando le frequenze di passaggio o la distribuzione dei veicoli.

Dal punto di vista dell'utente finale, l'IA è impiegata per personalizzare l'offerta MaaS. I fornitori tecnologici in Finlandia utilizzano algoritmi di profilazione degli utenti che, analizzando i pattern di mobilità individuali (tragitti frequenti, orari preferiti, mezzi più utilizzati), riescono a proporre tariffe dinamiche e abbonamenti ottimizzati sul singolo utente. Ad esempio, un utente che utilizza prevalentemente mezzi pubblici nei giorni feriali e bike sharing nel weekend potrebbe ricevere un piano tariffario su misura più conveniente rispetto all'acquisto separato dei singoli servizi. Questa personalizzazione aumenta la soddisfazione e incentiva l'utilizzo frequente dell'app MaaS. Inoltre, innovazioni recenti hanno visto l'impiego

di IA generativa e chatbot avanzati per migliorare l'assistenza all'utente: Whim ha sperimentato l'uso di modelli di linguaggio naturale (simili a chat GPT) integrati nell'app, in grado di fornire risposte immediate a domande dell'utente sul viaggio ("Come posso andare da A a B evitando le zone trafficate?") oppure suggerire soluzioni sulla base di richieste in linguaggio colloquiale. Ciò rende l'interazione con il servizio più fluida e "umana", avvicinando ancora di più il MaaS all'esperienza di avere un consulente personale di mobilità. Complessivamente, l'introduzione dell'IA nel MaaS finlandese ha contribuito sia a ottimizzare le operazioni (riducendo sprechi e migliorando la puntualità e il bilanciamento dell'offerta) sia a elevare la user experience (offrendo un servizio proattivo, personalizzato e affidabile), elementi decisivi per competere con la comodità dell'auto privata.

Politiche pubbliche, governance e gestione dei dati: Il caso finlandese mette in evidenza l'importanza di un ecosistema istituzionale favorevole per la diffusione del MaaS. Gli esperti intervistati concordano sul fatto che la Finlandia abbia beneficiato di un quadro normativo progressista, in cui il governo nazionale ha assunto un ruolo proattivo nel rimuovere barriere e nel definire regole chiare. Un esempio emblematico è la legislazione che ha imposto l'open data nel trasporto: operatori pubblici e privati sono stati incoraggiati (quando non obbligati) a rendere disponibili tramite API aperte le informazioni su percorsi, orari e tariffe. Questo approccio ha favorito la nascita di piattaforme integrate come Whim, che possono attingere a tali dati per offrire un servizio completo e aggiornato. Inoltre, sono state varate normative che hanno aperto il mercato a nuovi attori MaaS, regolando aspetti come la vendita integrata di biglietti e la suddivisione degli introiti tra i vari operatori coinvolti. Tali politiche pubbliche illuminate sono citate come fattore di successo essenziale dagli operatori locali.

Tuttavia, l'esperienza finlandese evidenzia anche sfide di governance significative. Una delle criticità emerse dalle risposte è la frammentazione istituzionale tra diversi livelli di governo e tra i numerosi attori coinvolti nel MaaS. In Finlandia, mentre a livello centrale si promuove il MaaS con linee guida e leggi, a livello locale alcune amministrazioni o aziende di trasporto hanno mostrato resistenze ad aderire pienamente a sistemi integrati. Ad esempio, un'autorità pubblica ha segnalato la difficoltà di coordinamento tra il livello nazionale e quello locale, con municipalità o gestori di trasporto regionale talvolta riluttanti a condividere dati o standardizzare i propri sistemi con quelli nazionali. Ciò può portare a disallineamenti, ad esempio, servizi MaaS ben funzionanti in area metropolitana ma non estesi alle città minori o alle zone rurali, creando un mosaico di iniziative isolate. Un altro aspetto critico riguarda la mancanza di standard condivisi a livello nazionale: ogni attore (fornitore, operatore, ente

pubblico) potrebbe utilizzare piattaforme e formati di dati differenti, complicando l'interoperabilità. Gli esperti finlandesi auspicano la definizione di standard comuni e API aperte, magari coordinati da un ente super partes, per evitare un ecosistema frammentato che ostacola l'adozione diffusa del MaaS. In effetti, nelle osservazioni finali, viene indicata l'esigenza di una governance neutrale che stabilisca regole del gioco chiare per tutti, accompagnata da un coordinamento non solo nazionale ma anche sovranazionale (a livello europeo) per favorire interoperabilità e persino la prospettiva di un MaaS transfrontaliero.

La gestione integrata dei dati è un altro tema centrale di governance emerso nel caso Whim. Tutti gli attori sottolineano che una condivisione efficace dei dati tra operatori è indispensabile per offrire un servizio MaaS affidabile, personalizzato e fluido. In teoria, grazie alle politiche open data, la Finlandia dispone dei presupposti per tale condivisione. In pratica, però, permangono limitazioni nell'accesso ai dati pubblici e problemi contrattuali sull'uso dei dati privati. Ad esempio, alcuni fornitori lamentano che l'accesso a dati in tempo reale di operatori pubblici (es. posizione dei mezzi, dati di occupazione dei veicoli) è ancora parziale o ritardato, impedendo di sfruttarli appieno per funzioni avanzate di pianificazione e controllo. Analogamente, gli accordi contrattuali tra MaaS provider e aziende di trasporto talvolta non chiariscono bene la condivisione dei dati utente e delle revenue, creando attriti. È opinione diffusa tra gli intervistati che senza superare questi silos informativi, ad esempio attraverso piattaforme di data sharing neutrali o norme che impongano maggiore trasparenza, il pieno potenziale del MaaS non potrà esprimersi. In sintesi, la governance finlandese del MaaS oscilla tra aspetti molto positivi (visione strategica nazionale, politiche open data) e ostacoli ancora da risolvere (frammentazione e reticenze locali, governance dei dati), offrendo preziosi insegnamenti su come bilanciare regolamentazione e innovazione.

Principali sfide riscontrate: nonostante i progressi notevoli, il caso Whim in Finlandia ha incontrato diverse sfide che vale la pena evidenziare. Dal punto di vista legale e contrattuale, gli attori segnalano che molte criticità non sono tecniche bensì normative: ad esempio, un problema concreto è che alcuni operatori di trasporto pubblico non riconoscono commissioni al servizio MaaS intermediario (considerando Whim come un agente di vendita), il che rende difficile sostenere modelli di business basati su fee per transazione; inoltre, i costi bancari legati all'aggregazione dei pagamenti multipli (biglietti, abbonamenti di diversi fornitori) rimangono alti, complicando la possibilità di offrire pacchetti convenienti per l'utente finale senza ridurre eccessivamente i margini per gli operatori. Sul fronte normativo, pur a fronte di leggi avanzate,

vi sono state zone grigie e lentezze nell'adeguare completamente la regolamentazione locale al paradigma MaaS: ad esempio ritardi nel rilascio di licenze sperimentali per nuovi servizi di micromobilità o incertezze interpretative legate al GDPR (protezione dei dati) nel condividere informazioni tra partner.

Un'altra grande sfida è, come già accennato, la frammentazione dell'ecosistema: il MaaS coinvolge una moltitudine di attori (società tech, operatori di trasporto pubblico e privato, comuni, enti regolatori) e in Finlandia inizialmente l'ecosistema era altamente frammentato, con difficoltà nel far collaborare tutti verso un obiettivo comune. Ciò ha richiesto sforzi di mediazione e standardizzazione che sono ancora in evoluzione. Ad esempio, l'integrazione tariffaria tra operatori diversi è solo parziale: un intervistato di Tampere ha menzionato che i sistemi tariffari non sono ancora totalmente armonizzati, obbligando l'utente a sottoscrivere abbonamenti separati per alcuni servizi oppure limitando la validità dei biglietti integrati a certe zone. Questa incompletezza nell'integrazione delle tariffe diminuisce l'attrattiva di un MaaS veramente onnicomprensivo.

Dal punto di vista culturale e sociale, nonostante l'innovazione sia ben accolta in città come Helsinki, permane la sfida di coinvolgere le comunità periferiche e più tradizionali. Fuori dai grandi centri urbani, l'auto privata è ancora percepita come il mezzo più affidabile e flessibile, e l'abitudine radicata all'uso dell'auto è difficile da scardinare. Ciò implica che il MaaS deve dimostrare un valore aggiunto chiaro (in termini di comodità, costo, copertura del servizio) per convincere questi potenziali utenti. Gli intervistati suggeriscono che saranno necessarie campagne educative e il miglioramento graduale del servizio (estendendo la copertura territoriale e includendo ad esempio servizi complementari come il parcheggio o la ricarica per veicoli elettrici, considerati parte del futuro MaaS integrato) per vincere lo scetticismo. Infine, è emerso il bisogno di maggiore collaborazione pubblico-privato: alcune osservazioni conclusive sottolineano che solo attraverso una partnership equilibrata, in cui il settore pubblico garantisca supporto infrastrutturale e normativo e il privato porti innovazione e flessibilità, si potrà sbloccare il pieno potenziale del MaaS (evitando contrapposizioni che finora hanno a tratti rallentato l'integrazione). In definitiva, il caso Whim insegna che il MaaS può funzionare in un contesto reale, ma richiede adattamenti continui e l'abilità di navigare fra sfide contrattuali, normative e culturali man mano che il modello matura.

4.1.2 Il caso TfL (Regno Unito)

Il Regno Unito rappresenta un contesto di studio interessante e complementare a quello finlandese, in quanto offre sia la realtà di una grande metropoli avanzata (Londra) sia quella di altre città e regioni con caratteristiche diverse. Londra, con quasi 9 milioni di abitanti, dispone di uno dei sistemi di trasporto pubblico più complessi e integrati al mondo, gestito in maniera centralizzata da Transport for London (TfL), l'autorità metropolitana che coordina metropolitana, autobus, tram, treni suburbani, bike sharing e altri servizi nella Greater London. Da decenni TfL sperimenta soluzioni innovative per facilitare l'intermodalità: ad esempio ha introdotto la smart card Oyster già dal 2003, integrando la bigliettazione attraverso modalità diverse, e più di recente ha abbracciato il pagamento contactless e lo sviluppo di un'app mobile ufficiale per pianificare i viaggi. Questo contesto ha posto le basi per l'evoluzione verso il MaaS, in quanto esiste una infrastruttura digitale e tariffaria unificata su cui costruire servizi aggiuntivi. Inoltre, Londra è nota per le sue politiche di mobilità sostenibile (congestion charge, estensione del trasporto pubblico, incentivi alla ciclabilità) e per un'utenza generalmente ricettiva all'uso di soluzioni digitali pubbliche: gli intervistati riferiscono di una alta fiducia nei servizi pubblici digitali da parte dei londinesi, che unita all'attenzione crescente alla sostenibilità crea un ambiente favorevole al MaaS.

Fuori da Londra, il panorama britannico è più eterogeneo. Città come Manchester, Birmingham, Bristol, citate nelle risposte, stanno sviluppando proprie iniziative di mobilità integrata e hanno visto nascere startup MaaS o progetti pilota, sebbene non esista un'unica piattaforma nazionale. In queste realtà, spesso le amministrazioni locali (councils o combined authorities regionali) giocano un ruolo importante nel promuovere il MaaS, inserendolo nei piani di mobilità urbana e supportando partnership con fornitori tecnologici. Tuttavia, gli esperti evidenziano che al di fuori delle metropoli esiste ancora una forte cultura dell'auto privata e che la diffusione del MaaS è iniziale: molte comunità sono abituate a utilizzare l'auto per la maggior parte degli spostamenti e l'offerta di trasporto pubblico o condiviso è meno capillare rispetto a Londra. Dunque, il contesto UK offre sia l'esempio di Londra/TfL, come caso di riferimento di integrazione e scala, sia le sfide di portare il MaaS in aree meno dense, dove la domanda e le infrastrutture di mobilità sostenibile sono differenti.

Prospettive degli attori e sintesi delle risposte: le risposte raccolte da attori britannici (un dirigente di un'autorità pubblica londinese, fornitori tecnologici attivi a Manchester e Londra, un operatore di trasporto di Birmingham e un consulente esperto a Bristol) delineano un quadro variegato, in cui emergono sia punti di forza sia nodi critici del MaaS nel Regno Unito. Un

primo elemento che accomuna le prospettive è l'attenzione alla sostenibilità ambientale: a livello di discorso pubblico, il MaaS nel Regno Unito viene spesso promosso come strumento per ridurre l'uso dell'auto privata e le emissioni, obiettivo in linea con le strategie locali di transport decarbonisation. In particolare a Londra, TfL ha abbracciato la causa della mobilità sostenibile, e gli utenti mostrano una sensibilità crescente verso opzioni di trasporto ecologiche (trasporto pubblico, bici, ecc.), creando un terreno fertile per l'adozione di MaaS come mezzo per facilitare scelte di viaggio più sostenibili.

Dal lato dei fattori di successo, i partecipanti alla ricerca sottolineano l'importanza dell'integrazione con i sistemi esistenti. Un funzionario di TfL ha evidenziato che un passo fondamentale è stato collegare il MaaS con l'infrastruttura esistente di bigliettazione e infomobilità, in particolare sfruttando la piattaforma consolidata della Oyster card e dell'app ufficiale di TfL. In pratica, qualsiasi soluzione MaaS a Londra può (e dovrebbe) interfacciarsi con questi sistemi per avere successo, poiché i londinesi sono già abituati a un'unica tessera/app per i trasporti cittadini. Questa integrazione verticale (MaaS costruito sopra servizi pubblici ben strutturati) è vista come un vantaggio competitivo di Londra rispetto ad altre città dove tali sistemi integrati non erano presenti. In altre aree urbane del Regno Unito, invece, i fattori di successo menzionati includono il sostegno dei comuni e delle autorità locali: a Manchester, ad esempio, la collaborazione tra il fornitore MaaS e l'ente locale ha permesso di integrare l'app MaaS con gli operatori di trasporto cittadini e con iniziative di mobilità già in corso. Analogamente, a Birmingham, l'adozione del MaaS è stata facilitata dall'inclusione nei piani urbani di mobilità e dalla sponsorizzazione istituzionale, segno che quando le amministrazioni vedono il MaaS come alleato per i loro obiettivi (riduzione traffico, miglioramento accessibilità), creano un clima favorevole alla sperimentazione. Un consulente ha inoltre sottolineato l'impatto positivo di progetti pilota ben comunicati: campagne informative e trasparenza sui risultati dei primi trial (ad esempio mostrando l'aumento di utenti del trasporto pubblico grazie al MaaS) hanno aiutato a costruire fiducia e interesse attorno al concept di MaaS anche presso il pubblico e stakeholder inizialmente scettici. In sintesi, nel Regno Unito i casi virtuosi condividono l'elemento della collaborazione multi-attore: piattaforme MaaS, autorità pubbliche e operatori hanno lavorato insieme (sebbene in assenza di un obbligo normativo centrale) per creare soluzioni integrate, e dove questo ecosistema collaborativo ha funzionato si sono visti i progressi maggiori.

Strategie che hanno favorito l'adozione del MaaS: L'analisi delle risposte relative al contesto britannico consente di individuare varie strategie adottate dai promotori del MaaS per stimolare l'adesione degli utenti e degli stakeholder. Tra le principali strategie emerse vi sono:

- **Campagne di educazione e sensibilizzazione pubblica:** sia TfL che altre città hanno investito in programmi di educazione alla mobilità sostenibile, attraverso campagne informative sui benefici del MaaS (riduzione del traffico, risparmio economico, minori emissioni) e sul funzionamento delle nuove app. Queste campagne – veicolate mediante i media locali, eventi pubblici e canali social – hanno l'obiettivo di normalizzare il concetto di MaaS presso il grande pubblico, così che gli utenti lo percepiscano non come un esperimento di nicchia ma come un'evoluzione naturale dei servizi di trasporto.
- **Offerte personalizzate e prove gratuite:** diversi fornitori tecnologici hanno attirato utenti con promozioni mirate, ad esempio offrendo periodi di prova gratuiti dell'app MaaS (crediti iniziali o sconti per i primi viaggi) e costruendo pacchetti su misura. In alcune città britanniche sono stati lanciati abbonamenti MaaS dedicati a studenti (con tariffe agevolate per combinare trasporto pubblico e sharing mobility durante il periodo scolastico) oppure a pendolari (offrendo, ad esempio, un certo numero di corse in taxi o ride-hailing integrato con l'abbonamento ai mezzi pubblici). Tali offerte personalizzate hanno abbassato le barriere all'ingresso, permettendo alle persone di provare il servizio senza rischi elevati e di trovare soluzioni adatte al proprio stile di vita.
- **Promozioni virali e design intuitivo:** le startup MaaS nel Regno Unito (specialmente a Londra) hanno fatto largo uso di strategie di marketing virale, come programmi di referral in cui gli utenti esistenti vengono incentivati a invitare amici in cambio di corse gratuite o bonus. Questo, unito a un'app dal design accattivante e semplice, ha favorito una crescita organica della base utenti, facendo leva sul passaparola positivo. L'idea di fondo è che un utente soddisfatto diventi il primo promotore del servizio, innescando un effetto rete importante per servizi nuovi come il MaaS.
- **Coinvolgimento delle comunità locali:** in linea con l'importanza del supporto delle autorità, si è visto il coinvolgimento di centri civici, associazioni locali e persino aziende del territorio nella promozione del MaaS. Ad esempio, a livello di quartiere, sono stati organizzati incontri con i cittadini per presentare le app MaaS e raccogliere feedback, oppure partnership con spazi di coworking e complessi residenziali per offrire servizi MaaS dedicati (come navette on-demand per pendolari tech a Londra). Questa presenza

capillare sul territorio ha aiutato a calare il MaaS nelle esigenze specifiche delle diverse comunità, aumentando l'accettazione.

Nel complesso, le strategie britanniche messe in atto mostrano un mix di approcci top-down (educazione pubblica istituzionale) e bottom-up (marketing commerciale e coinvolgimento comunitario), simile a quanto visto in Finlandia, e ribadiscono la necessità di affrontare sia la dimensione razionale (con incentivi economici e miglioramenti del servizio) sia quella culturale/emotiva (costruire fiducia e abitudine al cambiamento) per rendere il MaaS popolare.

Efficacia dell'IA per efficienza operativa ed esperienza utente: anche nel caso del Regno Unito l'impiego dell'Intelligenza Artificiale riveste un ruolo di primo piano nel potenziare i servizi MaaS e il sistema di trasporti integrato. In particolare, TfL e gli altri operatori stanno sfruttando l'IA in vari modi per ottimizzare la gestione del traffico e migliorare l'esperienza degli utenti.

Un'applicazione fondamentale è l'uso di algoritmi di AI per l'ottimizzazione delle frequenze dei mezzi pubblici e la gestione proattiva del traffico. Nella congestionata Londra, TfL utilizza sistemi intelligenti per analizzare flussi di passeggeri, dati di congestione stradale e persino informazioni meteorologiche al fine di regolare in tempo reale l'offerta di trasporto. Ad esempio, se i sensori e i modelli predittivi indicano un aumento anomalo dell'affluenza in una determinata stazione o linea di autobus, il sistema può suggerire di incrementare temporaneamente la frequenza dei convogli o deviare risorse dove necessario. Questo tipo di ottimizzazione AI-driven contribuisce a ridurre i tempi di attesa e a mitigare il sovraffollamento, incidendo positivamente sulla qualità del servizio percepita. Inoltre, per la gestione del traffico veicolare, Londra si avvale di centri di controllo dove l'IA elabora i dati provenienti da telecamere e sensori per regolare dinamicamente i semafori, gestire ZTL e supportare decisioni operative in caso di incidenti, con benefici anche per i servizi MaaS che integrano opzioni di viaggio su strada (ride-hailing, ecc.).

Dal lato utente, le piattaforme MaaS britanniche integrano l'IA per fornire suggerimenti personalizzati in tempo reale. Un fornitore tecnologico ha indicato che la propria app MaaS a Manchester impiega algoritmi di recommender system: in base all'orario, al giorno della settimana e allo storico di utilizzo, l'app può notificare all'utente soluzioni ottimali ("Il treno delle 8:30 oggi ha posti disponibili, consigliato rispetto al bus che risulta in ritardo") oppure proporre modalità alternative più veloci/green. Questa proattività migliora l'esperienza utente, facendo sentire il servizio reattivo alle esigenze individuali. Anche la personalizzazione degli abbonamenti avviene tramite IA: analogamente al caso finlandese, a Londra una startup ha

sviluppato un sistema che, tramite apprendimento automatico, identifica cluster di comportamento di mobilità (es. “commuter suburbano”, “studente fuori sede”, “turista weekend”) e suggerisce piani di abbonamento MaaS ad hoc, combinando più servizi in un prezzo forfettario vantaggioso rispetto all’acquisto separato. Tale flessibilità sarebbe impossibile senza l’analisi di grandi moli di dati di utilizzo che solo l’IA può effettuare in modo efficiente.

In aggiunta, gli esperti ritengono fondamentale l’uso dell’AI per i modelli predittivi che aiutano a gestire i picchi di domanda. Un operatore di Birmingham ha riportato che grazie a strumenti di previsione (alimentati da IA) è stato possibile anticipare l’aumento della domanda in occasione di grandi eventi o durante fasce orarie critiche, predisponendo in anticipo servizi aggiuntivi (ad esempio navette temporanee per un concerto, o potenziando corse nei dintorni di stadi e palazzetti dello sport). Questo si traduce in un sistema di trasporto più resiliente e reattivo, qualità che gli utenti apprezzano e che aumentano la fiducia nel MaaS come regia intelligente della mobilità cittadina.

In sintesi, nel Regno Unito l’IA potenzia il MaaS sia dietro le quinte (ottimizzando l’allocazione delle risorse e la gestione operativa) sia sul front-end (personalizzando e migliorando l’interfaccia utente con consigli e adattamenti in tempo reale). Ciò contribuisce in modo significativo a rendere il servizio efficiente, affidabile e user-friendly, caratteristiche indispensabili per competere con la comodità del mezzo privato e per promuovere un vero cambiamento nelle abitudini di mobilità.

Politiche pubbliche, modelli di governance e approccio alla gestione dei dati: l’esempio britannico offre spunti interessanti riguardo al ruolo delle politiche pubbliche e della governance nel successo (o nei limiti) del MaaS. In generale, il Regno Unito non dispone (al momento dell’analisi) di una strategia nazionale unificata sul MaaS, ma vi sono iniziative a livello sia centrale sia locale. Un punto di forza riscontrabile è la struttura di governance centralizzata di Londra: la presenza di TfL come autorità integrata ha permesso una visione olistica della mobilità metropolitana. TfL ha potuto infatti dettare linee guida comuni, sviluppare standard (come l’interoperabilità della Oyster card) e mettere a disposizione dati aperti che molti sviluppatori hanno utilizzato per creare app di viaggio. Questa funzione di regia unica è stata citata come un fattore che “facilita l’adozione nazionale del MaaS”, come se Londra facesse da apripista per l’intero paese. Alcuni esperti suggeriscono che la creazione di agenzie metropolitane sul modello TfL anche in altre aree potrebbe sostenere la diffusione del MaaS nel Regno Unito, colmando il vuoto di coordinamento attuale.

Tuttavia, fuori dall'area di Londra la governance è frammentata: ogni città o regione spesso procede con progetti MaaS separati, con diversi fornitori e piattaforme che non comunicano tra loro. Questa frammentazione istituzionale è ritenuta dagli intervistati uno dei maggiori ostacoli. A livello normativo, esistono regole differenti da città a città, e manca un quadro normativo nazionale che affronti in modo coerente temi come la standardizzazione dei dati, l'integrazione tariffaria multi-modale o le linee guida per le partnership pubblico-privato nel MaaS. Alcune città hanno implementato linee guida proprie o code of practice (si pensi al Mobility as a Service Code of Practice promosso dal Department for Transport britannico come riferimento volontario), ma l'adesione è su base volontaria e non tutte le realtà locali vi si conformano pienamente.⁷⁴ Ciò comporta, ad esempio, che un'app MaaS sviluppata per Manchester debba affrontare nuovi accordi e integrazioni se vuole operare anche a Leeds o in un'altra città, perché mancano standard tecnici condivisi e ogni sistema locale può avere API, requisiti e operatori differenti.

Un altro tema sul fronte delle politiche riguarda le normative di settore esistenti: il Regno Unito, al pari di altri paesi, ha un quadro regolatorio per il trasporto pubblico locale (franchising bus, concessioni ferroviarie, gare d'appalto per i servizi) che non era pensato per il MaaS. Gli intervistati notano che questi assetti commerciali tradizionali (come i contratti di franchising decennali per le ferrovie, o il regime concorrenziale tra operatori bus privati fuori Londra) costituiscono barriere perché spesso non incentivano la cooperazione tra operatori né la condivisione di informazioni. Adeguare tali schemi contrattuali per favorire "il trasporto come un tutto unico anziché somma di parti isolate" è una sfida aperta che richiederà iniziative legislative e di regolazione dedicate. Inoltre, la tutela dei dati personali è un ambito molto sentito: normative stringenti (in parte eredità del GDPR europeo, ancora vigente nel Regno Unito) impongono vincoli su come i dati degli utenti possono essere usati e condivisi tra attori diversi. Una startup londinese ha segnalato barriere nell'accesso ai dati detenuti da enti pubblici, dovute sia a cautele normative sia talvolta a una certa riluttanza burocratica a condividere liberamente informazioni con soggetti privati. Trovare un equilibrio tra trasparenza/open data e privacy/security è quindi un compito cruciale per i policy maker britannici: se da un lato aprire i dati di trasporto è fondamentale per abilitare il MaaS, dall'altro bisogna assicurare che la condivisione avvenga in modo sicuro e conforme alle leggi sulla privacy.

La gestione dei dati di mobilità merita un approfondimento, essendo un vero collante per l'ecosistema MaaS. Tutti gli attori concordano che disporre di dati integrati e in tempo reale è

⁷⁴ **Atkins. (2018).** *Written evidence submitted by Atkins (MAS0030).* UK Parliament Committees.

essenziale per funzionalità come l'informazione all'utenza, il ticketing unificato, il dynamic pricing e la pianificazione strategica del servizio. Nel contesto londinese, TfL ha effettivamente reso pubblici molti dataset (es. orari dei trasporti, stati delle linee, disponibilità in tempo reale di bike sharing, ecc.) attraverso API open data che negli anni hanno alimentato una moltitudine di applicazioni terze. Questo ha creato un ecosistema fertile e dimostra come l'approccio open data possa accelerare l'innovazione. Tuttavia, gli esperti segnalano che permangono difficoltà di accesso ad alcuni dati critici: ad esempio, i dati di prenotazione e occupazione dei servizi di trasporto tradizionali (come ferrovie interurbane, operatori bus privati) non sono sempre condivisi con le piattaforme MaaS, il che ostacola la possibilità di offrire all'utente un quadro veramente completo di tutte le opzioni di viaggio disponibili. Inoltre, l'assenza di uno standard nazionale fa sì che la qualità e il formato dei dati varino tra un'area e l'altra, rendendo complessa la vita ai provider MaaS che volessero operare su più città. Gli intervistati ribadiscono che senza accordi di data sharing solidi e reciproci tra tutti gli attori, sul modello di un "trust framework" dove ciascuno contribuisce e attinge ai dati comuni, il MaaS non potrà raggiungere il suo pieno potenziale. In questo senso, la richiesta è di un intervento a livello nazionale: sia sotto forma di linee guida vincolanti che stabiliscano requisiti minimi di standardizzazione e interoperabilità dei dati (come timetable, disponibilità, sistemi di pagamento), sia eventualmente tramite un organismo centralizzato che funga da gestore neutrale dei dati di mobilità. Solo così si potrà evitare che il MaaS britannico resti confinato a isole urbane separate e invece favorirne la scalabilità a livello nazionale.

Principali sfide riscontrate: il percorso verso un MaaS maturo nel Regno Unito, come evidenziato dalle best practices ma anche dai problemi incontrati, presenta numerose sfide chiave. Un primo ostacolo da superare è di natura culturale: al di fuori di Londra e di poche grandi città, persiste una forte cultura dell'automobile privata. Gli esperti osservano che in molte comunità l'auto è considerata insostituibile per mancanza di alternative valide in termini di copertura o flessibilità, e vi è anche un elemento psicologico di status e abitudine. Questa mentalità rende inizialmente difficile l'adozione del MaaS, perché gli utenti potenziali non percepiscono immediatamente il valore di affidarsi a un sistema integrato di trasporto quando sono abituati a usare l'auto per ogni esigenza. Connesso a ciò, c'è il problema del divario digitale: una parte della popolazione (soprattutto anziani o residenti in zone meno servite) potrebbe non avere facile accesso a smartphone, connettività o competenze digitali necessarie per utilizzare app MaaS. Questo tema di digital inclusion è stato sollevato in particolare dal consulente di Bristol, il quale nota che per rendere il MaaS realmente inclusivo occorre

prevedere canali alternativi (es. sportelli fisici, call center dedicati) o semplificare al massimo l'interfaccia utente, altrimenti si rischia di escludere proprio chi avrebbe più bisogno di nuove soluzioni di mobilità.

Un'altra sfida notevole è la integrazione tariffaria incompleta. A differenza di Helsinki (dove il sistema tariffario HSL è relativamente uniforme nell'area metropolitana), nel Regno Unito vige storicamente una frammentazione tariffaria: tra diversi operatori ferroviari, aziende di autobus locali e servizi privati non esiste sempre compatibilità di tariffe o abbonamenti. Per esempio, un biglietto integrato bus più treno spesso non è disponibile perché le compagnie coinvolte non hanno accordi di ripartizione dei ricavi, e le piattaforme MaaS faticano a colmare questi gap se gli attori non trovano un'intesa commerciale. Un operatore di Birmingham ha esplicitato che la mancanza di integrazione tariffaria è uno dei freni principali all'adozione: finché l'utente deve acquistare separatamente i vari segmenti di viaggio, l'esperienza non è tanto diversa dal fai-da-te tradizionale, riducendo l'attrattiva del MaaS. Ci sono iniziative in corso per creare travelcard regionali o estendere la contactless payment interoperability oltre Londra, ma siamo ancora lontani da un sistema unificato a livello nazionale.

Correlato a ciò è il tema del bilanciamento degli interessi pubblico-privati. Un dirigente pubblico di TfL ha menzionato la necessità di bilanciare la trasparenza pubblica con gli interessi privati: TfL, in quanto ente pubblico, deve garantire equità, accessibilità e protezione dell'utenza, mentre i partner privati (fornitori MaaS o operatori di mobilità) hanno legittime esigenze di sostenibilità economica e ritorno sull'investimento. Questa divergenza può portare a scontri, ad esempio su come ripartire i dati degli utenti o come suddividere i proventi di un abbonamento MaaS. Senza un quadro di regole condivise (idealmente emanato dall'alto, cioè dallo Stato o da un'agenzia regolatrice), queste negoziazioni caso per caso rischiano di rallentare i progetti MaaS o di limitarne la portata. Infatti, come riportato, la lentezza nei bandi e nei permessi amministrativi è un ostacolo: innovazioni come servizi MaaS e annessi (es. nuovi servizi di micromobilità integrati) devono spesso attendere lunghi processi di gara o autorizzazioni, il che mal si concilia con la rapidità dell'innovazione tecnologica.

Da ultimo, la frammentazione istituzionale e la mancanza di una strategia nazionale già evidenziate sono sfide strategiche da affrontare per il futuro. Gli esperti concordano che servirebbe un piano strategico nazionale sul MaaS (come affermato nelle osservazioni finali di uno degli intervistati), in modo da superare la visione a silos e diffondere uniformemente le soluzioni di mobilità come servizio. La frammentazione attuale crea un rischio di iniquità territoriale, dove alcune città molto avanzate (come Londra) godono di servizi MaaS completi e altre rimangono indietro. L'auspicio è che il governo centrale, in collaborazione con le

amministrazioni locali, possa definire una roadmap comune, magari istituendo gruppi di lavoro o task force dedicate, per scalare le best practices locali a livello di tutto il Regno Unito.

In conclusione, il caso britannico mostra un panorama in evoluzione: Londra/TfL dimostra che il MaaS può prosperare in presenza di un forte coordinamento e infrastrutture esistenti, mentre le esperienze delle altre città sottolineano l'importanza di adattare le strategie al contesto locale e di affrontare per tempo le questioni di governance e standardizzazione. Pur con sfide ancora aperte, i risultati ottenuti (ad esempio l'integrazione con successo di app MaaS con la Oyster card, o l'aumento di utenti su servizi pubblici grazie a pacchetti MaaS per studenti) indicano che il MaaS nel Regno Unito sta muovendo passi significativi verso un sistema di mobilità più intelligente, sostenibile e centrato sull'utente.

Elementi replicabili nel contesto italiano e riflessioni finali: dall'analisi comparata dei casi di Whim in Finlandia e TfL nel Regno Unito emergono diversi spunti che possono orientare lo sviluppo del MaaS in Italia. In primo luogo, appare replicabile l'adozione di politiche pubbliche di supporto e di normative abilitative simili a quelle riscontrate all'estero: l'Italia potrebbe trarre vantaggio dall'implementare un quadro normativo nazionale sul MaaS che, analogamente al caso finlandese, promuova l'open data nel settore dei trasporti (obbligando tutti gli operatori a condividere dati chiave su piattaforme aperte) e definisca standard di interoperabilità e linee guida unificate. Ciò contribuirebbe a superare una criticità tipicamente italiana, ovvero la frammentazione delle competenze tra molteplici enti (Stato, Regioni, Comuni, aziende di trasporto) che attualmente rischia di creare silos locali. I modelli di governance integrata osservati, come TfL a Londra, suggeriscono inoltre la necessità di individuare anche in Italia entità di coordinamento forti a livello metropolitano o regionale, capaci di aggregare i vari attori e gestire il MaaS in modo unitario. Ad esempio, le città metropolitane italiane potrebbero istituire cabine di regia sul MaaS sul modello londinese, così da facilitare accordi tra operatori e implementare pilota coordinati (a tal proposito, va ricordato che iniziative come il progetto nazionale "MaaS for Italy" hanno già identificato città pilota come Milano, Roma, Torino, indicando un passo in questa direzione).

Dal punto di vista delle strategie di adozione e dell'esperienza utente, l'Italia può ispirarsi alle best practices internazionali per accelerare l'accettazione del MaaS. Ad esempio, l'idea di integrare il MaaS in contesti quotidiani (campus universitari, grandi aziende, programmi di welfare) e di offrire pacchetti personalizzati per specifici segmenti di utenza potrebbe essere applicata nelle città italiane, adattandola alle realtà locali. Allo stesso modo, campagne di sensibilizzazione sulla mobilità sostenibile, analoghe a quelle condotte nel Regno Unito,

sarebbero preziose in un paese dove la cultura dell'auto privata è molto radicata: far conoscere i benefici del MaaS in termini di costi, ambiente e comodità aiuterà a superare lo scetticismo iniziale. Le iniziative di incentivazione economica (crediti mobilità, sconti, prove gratuite) potrebbero stimolare molti italiani a provare i nuovi servizi, specialmente se abbinate a eventi locali o a partnership con aziende (si pensi a piani di abbonamento MaaS offerti come benefit ai dipendenti, sulla scorta dell'esperienza finlandese). È importante, inoltre, curare l'esperienza utente digitale: come sottolineato nei casi esteri, un'app MaaS deve essere intuitiva, affidabile e in grado di fornire informazioni chiare in tempo reale. Investire su un design user-friendly e su funzionalità AI (come i chatbot in linguaggio naturale per l'assistenza) può aumentare la fiducia degli utenti italiani, anche di quelli meno avvezzi alla tecnologia.

Tuttavia, nell'importare queste best practices occorre tenere conto di ostacoli e specificità normative, culturali e tecnologiche del contesto italiano. Sul piano normativo, l'Italia presenta una struttura legislativa complessa e talvolta onerosa in termini burocratici: l'introduzione del MaaS potrebbe scontrarsi con procedure amministrative lente (per esempio gare d'appalto per integrazione di servizi, autorizzazioni per nuovi operatori) e con un quadro regolatorio dei trasporti ancora molto centrato su modalità specifiche (TPL urbano, servizi NCC, ecc. regolati separatamente). Sarà probabilmente necessario un adeguamento normativo mirato, ad esempio aggiornare il Codice della Strada e le normative sul TPL per prevedere figure come l'aggregatore MaaS, oppure linee guida del Ministero dei Trasporti per uniformare le piattaforme regionali, affinché il MaaS trovi spazio senza ambiguità giuridiche. Inoltre, va affrontato il tema della privacy e della sicurezza dei dati: gli utenti italiani sono particolarmente sensibili all'uso dei propri dati personali, e scandali passati hanno reso l'opinione pubblica attenta. Per questo, qualsiasi piattaforma MaaS dovrà garantire trasparenza e conformità GDPR, comunicando chiaramente come vengono utilizzati i dati e assicurando elevati standard di cybersecurity, al fine di guadagnare la fiducia degli utenti e dei decisori pubblici.

Dal punto di vista culturale, l'Italia dovrà lavorare per cambiare gradualmente le abitudini di mobilità. Come visto, in Finlandia e nel Regno Unito i giovani e gli abitanti urbani sono stati i primi ad adottare il MaaS; in Italia verosimilmente avverrà lo stesso, ma rimane la sfida di coinvolgere anche le fasce meno giovani e chi vive in aree a domanda debole. La comunicazione gioca qui un ruolo cruciale: occorre promuovere il MaaS non come una semplice app tecnologica, ma come un vero servizio pubblico innovativo, in grado di migliorare la qualità della vita (meno stress da traffico, più risparmio, spostamenti più facili). Far leva sul forte senso di comunità presente in molte città italiane, ad esempio collaborando con associazioni e comitati locali per diffondere la conoscenza del MaaS, potrebbe aiutare a

superare diffidenze. Inoltre, bisogna considerare il fattore di fiducia: storicamente, la fiducia degli italiani verso le nuove tecnologie passa per l'esempio pratico e il passa-parola. Pertanto, sarà importante collezionare successi visibili (es. progetti pilota con risultati positivi misurabili in termini di utenti e soddisfazione) e dare voce ai "campioni" locali del MaaS (utenti entusiasti, aziende testimonial) che possano influenzare gli altri, analogamente a quanto fatto con gli ambassador in Finlandia.

Infine, sul piano tecnologico, l'Italia dovrà assicurare di avere le infrastrutture adeguate e colmare eventuali gap. Ciò significa investire sia in infrastruttura digitale (reti mobile affidabili, sistemi di pagamento elettronico diffusi, piattaforme cloud interoperabili tra enti) sia in standard tecnologici condivisi. Una sfida tecnica sarà far dialogare sistemi spesso eterogenei: ad esempio, integrare le informazioni di orario di un treno regionale con quelle di un autobus urbano e di un servizio di micromobilità privata. Qui le esperienze estere insegnano che servono API unificate e formati dati standard (es. GTFS) adottati su larga scala. L'Italia potrebbe costituire un consorzio tecnico tra le principali città/metropoli per sviluppare insieme una piattaforma MaaS interoperabile, evitando duplicazioni di sforzi e garantendo che le soluzioni sviluppate a Milano possano facilmente essere estese a Napoli, Torino, etc. Anche l'adozione dell'IA dovrà essere calibrata: disporre di algoritmi avanzati è utile solo se c'è qualità e quantità di dati da analizzare; quindi, un prerequisito sarà digitalizzare e raccogliere sistematicamente i dati di mobilità (ad oggi talvolta frammentati tra diversi gestori e non centralizzati). In parallelo, sarà cruciale formare o assumere competenze specializzate in ambito data science e mobilità presso le amministrazioni e le aziende di trasporto italiane, affinché l'IA possa essere implementata e utilizzata efficacemente come negli esempi finlandesi e inglesi.

In conclusione, i casi di Whim e TfL offrono all'Italia una traccia da seguire per costruire il proprio MaaS: mostrano che il successo risiede in una visione integrata (politica, istituzionale, tecnologica) e nell'orientamento all'utente. Molti elementi sono trasferibili – dalle politiche open data alle strategie di engagement – ma vanno adattati con intelligenza alle peculiarità italiane. Superando ostacoli normativi tramite riforme mirate, coltivando una cultura della mobilità condivisa e investendo nelle tecnologie e competenze necessarie, l'Italia potrà cogliere le opportunità offerte dal MaaS e dall'Intelligenza Artificiale, rendendo la mobilità futura più sostenibile, efficiente e a misura di cittadino.

4.2 Caso studio: Urbi Italia

4.2.1 Obiettivo del caso studio

In questa sezione viene analizzata l'esperienza di Urbi Italia, un operatore italiano attivo nel MaaS, con l'obiettivo di comprendere come venga utilizzata l'intelligenza artificiale nei suoi servizi e quali sfide concrete siano state incontrate, al fine di identificare le strategie più efficaci nel contesto nazionale. Urbi rappresenta un caso emblematico per il contesto italiano in quanto piattaforma MaaS selezionata in progetti pilota nazionali (come MaaS for Italy a Milano e in Alto Adige), offrendo un accesso integrato a molteplici servizi di mobilità (trasporto pubblico, car/bike/scooter sharing, taxi, ecc.) attraverso un'unica applicazione. L'analisi del caso Urbi consente dunque di valutare in chiave pratica come l'IA sia attualmente impiegata in un servizio MaaS nazionale e di evidenziare le difficoltà e le soluzioni operative riscontrate nel mercato italiano, mettendole in relazione con le esperienze estere presentate nel paragrafo 4.1. In particolare, l'attenzione è rivolta a tre aspetti chiave: (i) l'uso effettivo (e potenziale) dell'IA nei servizi di Urbi, (ii) le sfide concrete affrontate a livello normativo, tecnologico e operativo, e (iii) le strategie adottate da Urbi che risultano efficaci nel contesto italiano per favorire la diffusione del MaaS basato su IA.

4.2.2 Metodologia

Per approfondire il caso Urbi è stato adottato un approccio qualitativo, in particolare è stata condotta un'intervista semi-strutturata con un responsabile della gestione MaaS presso Urbi Italia (Marketing & Business Manager di Urbi, coinvolto nel progetto sperimentale MaaS for Italy avviato a Milano nel 2022). L'intervista, articolata in sezioni tematiche, mirava a raccogliere informazioni dettagliate sull'utilizzo delle tecnologie di IA nei servizi Urbi, sulle principali criticità operative e normative incontrate e sulle strategie messe in atto per superarle. Le domande hanno esplorato, ad esempio, gli ambiti di applicazione dell'IA (dal journey planning al customer care), i problemi di integrazione dei dati e di interoperabilità con altri operatori, le barriere alla diffusione del MaaS tra gli utenti e le prospettive future dal punto di vista aziendale. Le risposte ottenute sono state analizzate tramite categorizzazione tematica, identificando i macro-temi ricorrenti (uso dell'IA, gestione dei dati, sfide normative, percezione degli utenti, prospettive future, ecc.). Questo approccio ha permesso di confrontare in parallelo le evidenze emerse dall'intervista con i risultati dei casi esteri esaminati nella sezione 4.1 (ad esempio le esperienze di Helsinki con Whim e di Londra con TfL), mettendo in luce analogie e differenze. In tal modo, l'analisi integrata consente di valutare quali elementi dei modelli di

MaaS di successo internazionali siano replicabili o adattabili al contesto italiano, e quali invece rappresentino sfide specifiche che richiedono soluzioni ad hoc.

4.2.3 Analisi dei risultati

Uso attuale e potenziale dell'IA nei servizi Urbi.

Dall'intervista è emerso che Urbi impiega l'intelligenza artificiale in misura ancora limitata e mirata, concentrandosi soprattutto sul miglioramento della pianificazione dei viaggi degli utenti. In particolare, l'IA è utilizzata principalmente nel *journey planner*, lo strumento di calcolo dei percorsi multi-modalità nell'app, che viene "istruito" per apprendere dal contesto e dalle abitudini di ciascun utente, al fine di fornire soluzioni di mobilità sempre più personalizzate e ottimizzate. «Attualmente utilizziamo l'IA soprattutto nel nostro *journey planner*, il che ci consente di offrire percorsi ottimali in base alle preferenze e ai dati in tempo reale» ha sottolineato l'intervistato, aggiungendo che non vengono ancora impiegate tecnologie di IA avanzate proprietarie, «ma l'IA è comunque presente in modo indiretto attraverso gli operatori di mobilità partner, che la utilizzano per ottimizzare la posizione delle flotte e l'erogazione dei loro servizi». Ciò significa che, sebbene Urbi come piattaforma non sviluppi in-house algoritmi di *machine learning* su larga scala, beneficia delle ottimizzazioni basate su IA implementate dai fornitori integrati (ad esempio, operatori di sharing mobility che usano IA per il rebalancing dei veicoli o aziende di TPL che adottano sistemi di infomobilità intelligenti). Gli ambiti principali in cui l'IA contribuisce al servizio sono dunque l'ottimizzazione dei percorsi (per proporre combinazioni di mezzi e orari più efficienti) e il miglioramento dell'efficienza operativa complessiva. Dal lato utente finale, l'uso dell'IA si traduce in una maggiore rapidità e fluidità nell'esperienza d'uso dell'app – ad esempio nella ricerca di soluzioni di viaggio – e in servizi aggiuntivi come assistenti virtuali o *chatbot* per il supporto clienti, che velocizzano le interazioni. Secondo il responsabile intervistato, l'introduzione di queste funzionalità intelligenti ha già comportato «un miglioramento significativo dell'efficienza interna e della produttività operativa, oltre a rendere l'esperienza per l'utente più fluida grazie a risposte più rapide e personalizzate». Guardando al potenziale futuro, Urbi intravede ulteriori applicazioni dell'IA per arricchire il servizio: il management sta esplorando ad esempio l'IA generativa per creare percorsi e soluzioni di viaggio sempre più su misura.⁷⁵ Questa direzione è coerente con l'evoluzione internazionale del MaaS, dove soluzioni come

⁷⁵ Maci, L. (2023, 12 dicembre). Marco Cavone, CEO Urbi: "Così sperimentiamo la Mobility as a Service a Milano e Roma".

Whim hanno già introdotto meccanismi avanzati (come abbonamenti con tariffe integrate e pricing dinamico basato su IA) per incentivare comportamenti sostenibili e ottimizzare la gestione del sistema. Tuttavia, a differenza del caso finlandese, in cui l'uso dell'IA è parte integrante delle strategie di *business* (si pensi al dynamic pricing di Whim), Urbi sta adottando un approccio graduale: prima consolidare le funzionalità di base (planner multimodale, integrazione servizi, pagamento unico) e poi introdurre in modo incrementale soluzioni AI-driven più sofisticate, man mano che matura la domanda degli utenti e l'ecosistema dei dati in Italia.

Sfide incontrate: aspetti normativi, tecnologici e operativi.

L'analisi qualitativa evidenzia che Urbi si confronta quotidianamente con ostacoli strutturali propri del contesto italiano, molti dei quali non presenti (o meno accentuati) nei casi esteri più avanzati. Dal punto di vista tecnologico, la gestione dei dati e l'interoperabilità tra sistemi eterogenei rappresentano una sfida primaria. La condivisione dei dati tra i vari attori della mobilità risulta frammentata e poco efficiente: Urbi ha dovuto implementare diversi standard contemporaneamente, utilizzando protocolli come GTFS/GBFS per i dati statici e della sharing mobility, e formati come NeTEx/SIRI per dati real-time sul trasporto pubblico (es. avvisi su scioperi, variazioni di percorso), incontrando però notevoli difficoltà di integrazione dovute alla disomogeneità delle fonti. *«La principale difficoltà è senza dubbio la frammentazione e la scarsa uniformità dei dati forniti dai vari operatori»* ha affermato l'intervistato, *«in Italia abbiamo operatori estremamente diversificati, dalla piccola azienda familiare al grande operatore strutturato, e questo rende molto complesso uniformare e integrare le informazioni in un'unica piattaforma MaaS»*. Questa frammentazione tecnica si associa a una frammentazione normativa e di governance: a livello comunale, provinciale e regionale vigono regolamentazioni spesso differenti e bandi di gara locali che possono limitare la piena integrazione dei servizi di mobilità. Ad esempio, ogni città o regione può avere requisiti propri per l'accesso ai dati o per l'autorizzazione di operatori MaaS, creando un mosaico normativo che rallenta la scalabilità di soluzioni unificate. Inoltre, vi è talora una resistenza da parte del settore del trasporto pubblico tradizionale: alcune aziende di TPL vedono il MaaS come una potenziale minaccia o comunque un cambiamento destabilizzante per il proprio modello operativo, e per ragioni sia strutturali (vincoli contrattuali, rigidità del servizio) sia di mercato tendono a ostacolare l'integrazione delle loro offerte in piattaforme MaaS esterne. Questo contrasta con quanto osservato in contesti come Helsinki o Londra, dove le autorità pubbliche hanno giocato un ruolo proattivo nell'apertura dei dati e nel coinvolgimento dei servizi pubblici

all'interno di ecosistemi MaaS (si pensi all'Act on Transport Services finlandese del 2017, che ha imposto la condivisione dei dati e l'interoperabilità, o alle politiche di open data di Transport for London che hanno favorito la nascita di app di mobilità integrate). In Italia, per mitigare tali problemi, Urbi e altri operatori stanno intensificando la collaborazione con enti pubblici nazionali: il manager di Urbi ha evidenziato la partecipazione attiva dell'azienda a tavoli di lavoro con il MIT (Ministero delle Infrastrutture e Trasporti) e con il Dipartimento per la Trasformazione Digitale, nell'ambito dei progetti MaaS finanziati dal PNRR, proprio per definire standard condivisi e linee guida per l'interoperabilità a livello nazionale. Malgrado ciò, permane la necessità di un maggiore coordinamento centrale: senza una governance unificata, il rischio è che le sperimentazioni locali producano soluzioni isolate (*pilot* di successo circoscritti alle singole città) senza scalare verso un modello nazionale coerente.

Gestione dei dati e problemi di interoperabilità.

Come anticipato, una sfida trasversale cruciale riguarda la qualità, accessibilità e standardizzazione dei dati tra i vari operatori. Dall'intervista è emerso che Urbi ha investito significative risorse per *agganciare* sistemi e database differenti, evidenziando come la tecnologia da sola non basti se non vi è un accordo comune sui formati e una volontà di condividere le informazioni. Nonostante l'esistenza di formati standard (come quelli citati sopra), la realtà operativa vede molti operatori minori sprovvisti di infrastrutture digitali avanzate, o restii a mettere a disposizione i propri dati in tempo reale. Questo fenomeno rallenta l'aggiornamento delle informazioni nell'app (ad esempio orari, disponibilità mezzi, tariffe aggiornate) e può ridurre l'affidabilità percepita del servizio MaaS da parte degli utenti. Il confronto con le esperienze estere suggerisce che l'interoperabilità è un fattore discriminante: in Finlandia l'ecosistema MaaS ha beneficiato di un intervento normativo forte che ha imposto API aperte e interfacce comuni per tutti i fornitori di mobilità, mentre in Italia il processo è ancora in corso di sviluppo. Urbi, facendo parte del gruppo Telepass, ha potuto sfruttare alcune sinergie (Telepass stessa integra servizi diversificati di mobilità e pagamento⁷⁶), ma la scala nazionale richiede un'infrastruttura condivisa. I primi passi in tal senso sono stati mossi con la creazione del Digital Service Repository Nazionale (DSRN) nell'ambito del MaaS4Italy, un data hub centralizzato mirato a raccogliere dati statici e dinamici dei servizi. Tuttavia, l'intervistato ha osservato che gran parte dei fondi PNRR destinati al MaaS (circa 63 milioni di euro) sono stati spesi proprio per costruire queste infrastrutture di dati, mentre la gestione degli

⁷⁶ **Redazione ESG360. (2023, 14 novembre).** *Mobility as a Service: nasce la "mappa" di tutti i servizi italiani.*

incentivi agli utenti (voucher, sconti per chi prova il MaaS) si è rivelata complessa e poco efficace. Ciò indica che l'interoperabilità tecnica, per quanto fondamentale, deve essere accompagnata da misure di stimolo alla domanda e da semplificazioni normative per ottenere un impatto concreto sul mercato. In sintesi, la sfida dei dati in Italia è duplice: tecnica, nel rendere i sistemi capaci di “dialogare” senza soluzione di continuità, e strategica, nel creare fiducia e collaborazione tra i vari attori perché condividano dati e servizi in un'ottica *win-win*. Senza tale collaborazione, come sottolineato anche dalla letteratura, il modello MaaS fatica a decollare a causa di una frammentazione che impedisce di raggiungere le economie di scala necessarie.

Percezione e adozione del MaaS da parte degli utenti.

Un altro blocco tematico esplorato riguarda la domanda: come gli utenti italiani percepiscono il MaaS e quali ostacoli ne limitano l'adozione su larga scala. L'intervistato ha evidenziato che, al di là degli aspetti tecnici, esistono barriere culturali e di abitudine profondamente radicate. In Italia l'automobile privata resta il mezzo di trasporto predominante per la maggioranza della popolazione, simbolo di comodità e spesso di status. Questa *car centric culture* si traduce in una resistenza al cambiamento: molti potenziali utenti sono riluttanti ad affidarsi a soluzioni integrate di mobilità, sia per scarsa familiarità con strumenti digitali avanzati, sia per mancanza di fiducia verso l'idea di abbandonare il mezzo privato a favore di servizi condivisi o pubblici coordinati via app. Come sintetizzato dall'intervistato, «*il primo ostacolo è far capire alle persone l'importanza di una prospettiva diversa nel modo di spostarsi, abituarle a considerare il proprio viaggio in modo più comodo e integrato*» – un processo che richiede tempo e adeguate campagne informative. I progetti pilota supportati dal PNRR (a Milano, Roma, Torino, Napoli, ecc.) hanno avuto il merito di accendere i riflettori sul MaaS, avvicinando i cittadini a questo concetto innovativo, ma la platea di utenti coinvolti è ancora limitata rispetto alla massa critica necessaria per un cambio di paradigma. Dall'indagine è emerso che Urbi ha adottato diverse strategie per incentivare l'uso della propria applicazione e migliorare l'esperienza utente, cercando di abbattere alcune barriere all'ingresso: in primo luogo la semplificazione dell'interfaccia e dei passaggi necessari per pianificare e pagare un viaggio multimodale (l'app è costantemente ottimizzata per essere intuitiva anche per utenti non esperti); in secondo luogo l'ampliamento della gamma di servizi disponibili sulla piattaforma, così da offrire alternative realmente valide all'auto privata (comprendendo non solo sharing urbani ma anche biglietti del trasporto pubblico locale, soluzioni di *ride-hailing*, servizi per aziende, ecc.); infine, la collaborazione con aziende e l'introduzione del Corporate MaaS (ad

esempio nel pilot di Torino del 2023⁷⁷) per promuovere l'uso di modalità sostenibili negli spostamenti casa-lavoro, riducendo la dipendenza dall'auto aziendale. Queste iniziative rispecchiano in parte strategie già viste all'estero – ad esempio Whim in Finlandia ha puntato su abbonamenti flat *all-inclusive* per attrarre utenti con la comodità, e TfL a Londra ha integrato sistemi di pagamento contactless e app user-friendly per rendere il servizio pubblico più accessibile – ma devono fare i conti con le specificità italiane. Un elemento peculiare emerso è la differenza geografica nell'adozione del MaaS: al Nord (Milano, Torino) il tessuto socio-economico e la disponibilità di servizi di mobilità innovativi sono maggiori, così come il sostegno delle amministrazioni locali, favorendo una maggiore apertura degli utenti verso queste soluzioni; al Sud, pur con esempi positivi (Napoli ha avviato progetti MaaS e Bari sta sperimentando integrazioni di servizi), la minore varietà di opzioni di mobilità e una minore penetrazione digitale rendono il percorso di adozione più lento. Ciò suggerisce che in Italia non esiste un approccio unico valido per tutti i territori: le strategie di diffusione del MaaS dovranno essere personalizzate tenendo conto del contesto locale, lavorando sia sul fronte dell'offerta (potenziando i servizi laddove scarsi) sia su quello della domanda (educazione e incentivi mirati per modificare le abitudini di mobilità).

Prospettive future del MaaS secondo l'intervistato. Nonostante le sfide, la visione emersa dall'intervista sul futuro del MaaS in Italia è ottimista, in linea con le tendenze globali di trasformazione della mobilità. Il responsabile di Urbi ha evidenziato alcuni elementi ritenuti prioritari per migliorare l'efficacia dei MaaS a livello nazionale, delineando al contempo il ruolo chiave che l'intelligenza artificiale potrà avere nei prossimi anni. Anzitutto, viene considerata fondamentale la piena digitalizzazione e interoperabilità dei sistemi sia delle amministrazioni pubbliche sia degli operatori privati: solo attraverso piattaforme aperte e integrate si potrà offrire all'utente un servizio veramente *seamless* e capillare. Ciò richiede investimenti mirati e una regia centralizzata che favorisca standard comuni, evitando che prevalgano logiche di campanilismo o di esclusiva di *brand*: l'intervistato ha sottolineato come sia importante «evitare logiche di marchio a favore di un'aggregazione dei servizi che faciliti la mobilità degli utenti», suggerendo che la collaborazione deve vincere sulla competizione tradizionale tra operatori, almeno sul fronte della condivisione dei dati e dell'integrazione tariffaria. Un altro punto critico riguarda l'uso efficiente dei finanziamenti pubblici: secondo l'esperienza di Urbi, occorre una selezione strategica degli investimenti, privilegiando progetti

⁷⁷ Maci, L. (2023, 12 dicembre). Marco Cavone, CEO Urbi: “Così sperimentiamo la Mobility as a Service a Milano e Roma”.

con effettive ricadute pratiche (ad esempio lo sviluppo di infrastrutture digitali interoperabili e iniziative per la sensibilizzazione degli utenti) rispetto a interventi troppo frammentati. A tal proposito, è stata espressa una certa criticità verso l'implementazione del programma MaaS for Italy finanziato dal PNRR: se da un lato esso ha avuto il merito di accrescere l'attenzione e la consapevolezza sul MaaS a livello nazionale, dall'altro la gestione troppo centralizzata e rigida delle sperimentazioni locali ne avrebbe limitato l'impatto. In prospettiva, sarebbe auspicabile un modello più flessibile che lasci maggiore autonomia adattiva alle città, pur all'interno di un quadro di regole condivise. Su un piano internazionale, l'intervistato ha indicato alcuni modelli di riferimento ritenuti *best practice*: Helsinki e Londra rimangono esempi consolidati (rispettivamente grazie alla pionieristica esperienza Whim e al ruolo proattivo di TfL nell'integrazione dei servizi), mentre guardando ad altri paesi europei emergono spunti interessanti dalla Germania, dove l'introduzione di un biglietto unico nazionale per il trasporto pubblico (successo del recente "Deutschlandticket") ha ridotto le barriere all'uso dei mezzi collettivi, e dalla Spagna, avanzata sul piano tecnologico dell'interoperabilità tra piattaforme diverse. Tali esperienze confermano che non esiste una soluzione unica, ma che ogni contesto ha individuato leve specifiche per favorire il MaaS: in Italia sarà cruciale saper apprendere da questi esempi e al contempo adattare le soluzioni alle peculiarità locali. Infine, riguardo al ruolo dell'IA, la prospettiva delineata è che esso diventerà sempre più centrale per il MaaS del futuro. Con l'aumento della complessità urbana e dei volumi di mobilità nelle grandi città, l'IA sarà indispensabile non solo per ottimizzare i servizi di trasporto (attraverso previsioni di domanda, gestione in tempo reale del traffico, allocazione efficiente delle risorse di mobilità), ma anche per migliorare l'accessibilità dei cittadini ai servizi urbani nel loro complesso. «*Con la crescita della popolazione nelle metropoli, l'IA sarà essenziale per ridurre il divario tra centro e periferia, migliorando l'accesso ai servizi e quindi la qualità della vita complessiva*» ha affermato il manager di Urbi, indicando che soluzioni intelligenti potranno ad esempio favorire l'inclusione di aree oggi mal collegate, pianificando servizi *on-demand* laddove il TPL tradizionale non arriva, e personalizzando sempre di più l'offerta sulle esigenze dei singoli. In sintesi, dalla visione dell'intervistato emerge un futuro MaaS 2.0 in cui l'IA funge da *game changer* – un fattore abilitante capace di rendere il sistema di mobilità veramente user-centered, sostenibile e inclusivo su scala nazionale.

Conclusioni del Capitolo

L'analisi comparativa dei casi di studio esteri e dell'esperienza di Urbi Italia consente di trarre alcune considerazioni critiche sul binomio Intelligenza Artificiale e MaaS e sulle prospettive per il futuro della mobilità in Italia. I casi internazionali (come Whim in Finlandia e le iniziative di Transport for London nel Regno Unito) dimostrano che l'IA può essere un formidabile catalizzatore per integrare servizi di mobilità eterogenei, migliorando la flessibilità dell'offerta e l'esperienza utente. Ad esempio, l'uso di algoritmi predittivi e di *dynamic pricing* ha permesso di incentivare comportamenti più sostenibili e di ottimizzare l'allocazione delle risorse di trasporto. Contestualmente, il caso Urbi evidenzia come tali innovazioni debbano fare i conti con le peculiarità del contesto italiano: una governance frammentata, standard tecnologici non uniformi, resistenze culturali radicate nell'utenza. Mentre all'estero l'affermazione del MaaS è stata facilitata da interventi decisi (normative pro-data sharing, forti partnership pubblico-privato e un mercato più preparato digitalmente), in Italia l'approccio appare più graduale e sperimentale, con risultati promettenti ma ancora circoscritti.

Dalla disamina emergono alcune leve strategiche fondamentali per favorire l'integrazione dell'IA nei sistemi MaaS italiani: *in primis*, il rafforzamento di una regia centrale in grado di armonizzare normative e standard a livello nazionale, riducendo la frammentazione amministrativa che oggi penalizza l'interoperabilità; in secondo luogo, la costruzione di un'infrastruttura dati aperta e condivisa (sulla scia di quanto avviato con il NAP/DSRN) che consenta a tutti gli attori – pubblici e privati, grandi e piccoli – di connettersi agevolmente al *network* MaaS; terzo, l'investimento in educazione digitale e culturale degli utenti, accompagnato da incentivi mirati, per superare la diffidenza verso le nuove forme di mobilità e incoraggiare un cambio di abitudini; quarto, il potenziamento delle collaborazioni pubblico-privato, perché solo attraverso partnership stabili (ad esempio tra città, operatori tech, aziende di TPL e fornitori di mobilità condivisa) si potrà sviluppare un ecosistema MaaS sostenibile sia economicamente sia operativamente. L'intelligenza artificiale, da parte sua, rappresenta una opportunità trasversale: le sue applicazioni – dal *machine learning* per il *route planning* alla personalizzazione dei servizi, fino agli algoritmi di ottimizzazione di flotte e tariffe – potranno amplificare l'impatto di ciascuna di queste leve, a condizione che vi sia una visione strategica chiara e una fiducia diffusa nel suo impiego.

In conclusione, i risultati di questo capitolo suggeriscono che l'Italia si trova a un punto di svolta: le sperimentazioni condotte (esterne ed interne) hanno fornito indicazioni preziose su cosa funziona e cosa va migliorato. Per trasformare queste lezioni in azioni concrete, il passo successivo, consiste nell'elaborare raccomandazioni operative e politiche di intervento che

mettano a frutto le migliori pratiche emerse. In particolare, sarà necessario delineare come implementare su scala nazionale quei fattori abilitanti (tecnologici, normativi, organizzativi) identificati come critici, così da accelerare la diffusione di un MaaS basato sull'IA in grado di rendere la mobilità italiana più smart, sostenibile e centrata sulle esigenze dell'utente.

Conclusioni

La ricerca condotta ha evidenziato con chiarezza come l'integrazione tra Intelligenza Artificiale e Mobility as a Service possa costituire un fattore determinante per il futuro della mobilità urbana in Italia, offrendo opportunità significative per migliorare sostenibilità, efficienza e qualità dell'esperienza degli utenti.

L'analisi teorica e comparata ha dimostrato che il MaaS, supportato dall'IA, è in grado di offrire benefici rilevanti rispetto ai modelli di trasporto tradizionali, come la riduzione della congestione urbana e delle emissioni, l'ottimizzazione delle risorse disponibili e una mobilità più accessibile e personalizzata per gli utenti. Tuttavia, per realizzare pienamente questi benefici, sono necessari interventi mirati su alcune aree critiche.

Le principali barriere identificate nello studio sono tre: tecnologico-infrastrutturali, normative e culturali. Sul piano tecnologico, emerge la necessità urgente di una maggiore digitalizzazione e di standard condivisi che garantiscano interoperabilità tra diversi operatori di mobilità. A livello normativo, la frammentazione delle competenze tra enti locali e la mancanza di una normativa nazionale chiara rappresentano ostacoli significativi che rallentano l'innovazione. Infine, sul piano culturale e sociale, resistenze diffuse tra gli utenti, derivanti da diffidenza verso nuovi strumenti digitali e preoccupazioni sulla privacy e sulla trasparenza delle decisioni automatizzate, richiedono interventi educativi e di sensibilizzazione mirati.

Dalla comparazione empirica delle esperienze internazionali (Whim a Helsinki e TfL a Londra) e del caso studio italiano (Urbi) emergono alcune lezioni fondamentali per il contesto nazionale. I casi internazionali hanno sottolineato l'importanza di una forte governance centrale, politiche chiare di open data, e strategie orientate all'utente. Il caso italiano ha invece evidenziato progressi significativi, ma anche limitazioni strutturali ancora persistenti: l'applicazione dell'IA da parte di Urbi appare limitata a specifiche funzioni operative (es. journey planning), mentre permangono criticità legate alla qualità e interoperabilità dei dati, agli ostacoli normativi e alla lenta risposta del mercato.

Sulla base di queste evidenze, le strategie prioritarie per il contesto italiano dovrebbero includere:

- Una visione nazionale e un quadro regolatorio chiaro e uniforme, che definisca ruoli e standard condivisi per la mobilità integrata.
- Investimenti mirati nell'infrastruttura digitale nazionale e nello sviluppo di piattaforme aperte di gestione dati, indispensabili per sfruttare appieno il potenziale dell'IA.

- Politiche attive di formazione e sensibilizzazione degli utenti per facilitare l'accettazione e l'utilizzo dei servizi MaaS, incentivando al contempo comportamenti sostenibili tramite politiche tariffarie dinamiche e vantaggiose.
- Promozione di partnership solide tra attori pubblici e privati, favorendo la cooperazione strategica e l'innovazione condivisa.

In conclusione, il binomio tra Intelligenza Artificiale e Mobility as a Service rappresenta una grande opportunità strategica per l'Italia, capace di ridisegnare in modo radicale e sostenibile il futuro della mobilità urbana. Sebbene non manchino criticità da superare, l'esperienza internazionale e i progetti pilota nazionali in corso offrono una base concreta da cui partire per accelerare l'adozione di questo modello. Un'azione concertata tra istituzioni pubbliche, aziende tecnologiche e operatori del settore sarà essenziale per concretizzare questa visione innovativa, portando benefici tangibili a città e cittadini.

Bibliografia e Sitografia:

- <https://innovazione.gov.it/progetti/mobility-as-a-service-for-italy>
- <https://www.agendadigitale.eu/smart-city/lia-applicata-alle-piattaforme-digitali-per-la-mobilita-urbana-tecnologie-e-scenari/>
- <https://www.virgilio.it/motori/smart-mobility/mobilita-come-servizio-maas-c/267925/>
- <https://moveo.telepass.com/intelligenza-artificiale-mobilita-progetti/>
- <https://www.genesys.com/it-it/blog/post/the-power-of-ai-in-customer-experience-goes-beyond-the-chatbot>
- <https://www.netapp.com/it/artificial-intelligence/ai-in-automotive/>
- <https://www.medallia.com/it/blog/ai-in-customer-experience-benefits/>
- <https://www.nextmobilityexhibition.com/news/l-intelligenza-artificiale-al-servizio-del-trasporto.html>
- <https://datamobility.it/magazine/come-ai-cambiera-la-mobilita-delle-persone-parte-1-i-dati/>
- <https://tech4future.info/digital-twin-cities-casi-studio/>
- <https://mce4x4.mobilityconference.it/ruolo-intelligenza-artificiale-nella-mobilita/>
- <https://www.comune.monza.it/it/news/monitoraggio-e-gestione-della-mobilita-urbana-monza-partecipa-al-bando-smart-mobility-data-driven-per-migliorare-il-flusso-veicolare-in-citta>
- <https://www.lepida.net/news/2024-08/digitalizzazione-intermodalita-futuro-trasporto-pubblico-maas>
- <https://innovazione.gov.it/italia-digitale-2026/il-piano/digitalizzazione-della-pa/>
- <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/infrastrutture-ecco-gli-elementi-che-precludono-gli-investimenti-e-le-politiche-per-attrarli>
- <https://www.hitachirail.com/smart-mobility>
- <https://www.autobusweb.com/la-smart-mobility-di-hitachi-connette-il-sistema-dei-trasporti-di-genova>
- <https://www.rinnovabili.it/mobilita/smart-mobility/maas-mobilita-intelligente-soluzioni-hitachi-rail>

- <https://gdpr-info.eu/art-6-gdpr>
- <https://gdpr-info.eu/art-22-gdpr>
- https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/rules-business-and-organisations/obligations/controllerprocessor/what-data-controller-or-data-processor_en
- <https://www.sentra.io/blog/gdpr-compliance-failures-lead-to-surge-in-fines>
- <https://www.gatekeeperhq.com/blog/gdpr-managing-suppliers-and-contracts-under-the-new-legislation>
- **Baseggio, C., & Rossi, S. (2023).** *Intelligenza artificiale e smart mobility: Tecnologie, infrastrutture e regole per la mobilità di domani.*
- **Cluster Lombardo della Mobilità. (2023).** *Sistemi digitali e IA per una mobilità smart e sostenibile.*
- **Fondazione Filippo Caracciolo. (2020).** *MOBITALY AS A SERVICE: Mobilità condivisa nelle grandi città italiane. Parte II – Il futuro del settore.*
- **TTS Italia. (2021).** *Linee guida per lo sviluppo dei servizi MaaS in Italia. Associazione Italiana della Telematica per i Trasporti e la Sicurezza.*
- **Tartaglia, M., Nourbakhsh, S., Vannacci, L., Farsi, M., Lauteta, C., Celotto, L., Tiralosi, G., & Conte, C. (2024).** *Il Mobility-as-a-Service (MaaS): verso un nuovo paradigma di mobilità. Ferrovie dello Stato Italiane & The European House – Ambrosetti.*
- **Arnaoutaki, K., Bothos, E., Magoutas, B., & Mentzas, G. (2021).** *Personalization and recommendation technologies for MaaS.*
- **Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS). (2022).** *Mobilità e logistica sostenibili: Analisi e indirizzi strategici per il futuro.*
- **Carteni, A. (2024).** *L'impatto della Mobility as a Service sulla mobilità urbana: risultati sperimentali. Federmobilità.*
- **Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile. (2021).** *La decarbonizzazione dei trasporti in Italia: scenari di sviluppo della mobilità elettrica e sostenibile.*
- **Freight Leaders Council. (2016).** *La sostenibilità nei trasporti e nella logistica.*
- **Arpae – Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna. (2024, ottobre).** *Ecoscienza: Intelligenza artificiale e ambiente (N. 4, Anno XV).*
- **ECCO – The Italian Climate Think Tank. (2023).** *La mobilità sostenibile in Italia: Una nuova narrativa per il settore trasporti.*

- **Turan, B., Pedarsani, R., & Alizadeh, M. (2020).** *Dynamic pricing and fleet management for electric autonomous mobility on demand systems.*
- **Bastola, A., Wang, H., Haeri Boroujeni, S. P., Brinkley, J., Moshayedi, A. J., & Razi, A. (2025).** *Driving towards inclusion: A systematic review of AI-powered accessibility enhancements for people with disability in autonomous vehicles.*
- **Grigioni, C., Corradini, F., Antonucci, A., Guzzi, J., & Flammini, F. (2024).** *Safe road-crossing by autonomous wheelchairs: A novel dataset and its experimental evaluation.*
- **Osservatorio Green MaaS GETUP. (2023).** *Valutazione dell'ecosistema MaaS.*
- **ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. (2024).** *Le emissioni di gas serra in Italia. Obiettivi di riduzione al 2030 (Rapporto n. 399/2024).*
- **ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. (2025, giugno 3).** *Mobility: ENEA tests AI technologies for monitoring pedestrian flows [Press release].*
- **Serafino, A. (2021, aprile 12).** *Digital Twin Cities: il report WEF-CAICT e i casi studio di città intelligenti. Tech4Future.*
- **Turan, B., & Alizadeh, M. (2020).** *Competition in electric autonomous mobility-on-demand systems. IEEE Transactions on Control, Engineering, Economics.*
- **Polydoropoulou, A., Pagoni, I., & Tsirimpa, A. (2018).** *Ready for Mobility as a Service? Insights from stakeholders and end-users. Travel Behaviour and Society, 21(2).*
- **Micheli, D., Muratore, G., Vannelli, A., & Sola, G. (2020).** *Un modello dinamico su un approccio big-data alla mobilità per lo studio della diffusione del COVID-19 nel Nord Italia.*
- **ASSTRA – Associazione Trasporti. (2017).** *Le piattaforme digitali nel trasporto pubblico locale: Position paper.* Comitato dei direttori Aziende ASSTRA, Gruppo di lavoro ITS Commissione tecnologica. Roma, 8 febbraio 2017.
- **Regione Piemonte & 5T S.r.l. (2023).** *Linee guida per una MaaS Community.* Progetto BIPforMaaS, Giugno 2023.
- **Vannacci, L., & Radini, R. (2024, 3–4 luglio).** *Analisi della mobilità delle persone attraverso l'uso dei big data. 15ª Conferenza Nazionale di Statistica – CNSI5: La statistica ufficiale nel tempo dell'Intelligenza Artificiale.* Istat & FS Research Centre.
- **DATEC – Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni. (2022).** *Legge federale sull'infrastruttura di dati sulla mobilità:*

Rapporto esplicativo per l'avvio della procedura di consultazione. Ufficio federale dei trasporti, Confederazione Svizzera.

- **Green European Foundation & Heinrich Böll Stiftung. (2021).** *Atlante europeo della mobilità: Dati e fatti su trasporti e mobilità in Europa.*
- **Wulf, A. J., & Seizov, O. (2024).** "Please understand we cannot provide further information": Evaluating content and transparency of GDPR-mandated AI disclosures, *AI & SOCIETY*, 39, 235-256.
- **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2017).** *Connettere l'Italia: Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica.* Roma: MIT.
- **Regione del Veneto.** *Verso una nuova governance del Trasporto Pubblico Locale.* Marco D'Elia, Direzione Infrastrutture e Trasporti – Regione del Veneto.
- **Governo Italiano. (2021).** *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR): #NextGenerationItalia.* Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- **Costantini, F. (s.d.).** *MaaS and GDPR: an overview.* Dipartimento di Giurisprudenza, Università di Udine.
- **European Data Protection Board (EDPB). (2020).** *Guidelines 4/2019 on Article 25: Data Protection by Design and by Default*
- **Italia. (1997).** *Decreto Legislativo 19 novembre 1997, n. 422: Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale, a norma dell'articolo 4, comma 4, della L. 15 marzo 1997, n. 59.* Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.
- **Saputelli, G. (2012).** Le funzioni amministrative delle Province in materia di trasporto pubblico locale. *Italian Papers on Federalism – Rivista giuridica on-line*, 1-2-3(2012).
- **Longo, A. (2022).** Le competenze degli enti locali in materia di trasporto pubblico locale davanti la Corte costituzionale. *Il Diritto dell'economia*, 68(2), 108.
- **Presidenza del Consiglio dei Ministri. (2024).** *Quarta relazione sullo stato di attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Sezione II* (22 febbraio 2024). Ministro per gli Affari europei, il Sud, le Politiche di Coesione e il PNRR.
- **Parlamento Europeo & Consiglio dell'Unione Europea. (2024).** *Regolamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 giugno 2024 che stabilisce regole armonizzate sull'intelligenza artificiale* (Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L, 12 luglio 2024).
- **Madiega, T. (2024).** *Artificial Intelligence Act: EU legislation in progress* (PE 698.792 – September 2024). European Parliamentary Research Service (EPRS).

- **Kop, M. (2021).** *EU Artificial Intelligence Act: The European approach to AI.* Stanford – Vienna Transatlantic Technology Law Forum, Stanford University, Issue No. 2/2021.
- **Lombardi, D., Pozzi, C., Quaglione, D., & Scarpellino, C. (2025).** *La regolamentazione digitale al tempo dell'IA: costi, obiettivi e trade-off* (Policy Report n. 01/2025). Luiss Policy Observatory. Febbraio 2025.
- **Camera dei deputati. (2024).** *Il regolamento UE in materia di intelligenza artificiale* (n. 26, 5 febbraio 2024). Documentazione per le Commissioni – Attività dell'Unione Europea, XIX Legislatura.
- **Tartaglia, M., Nourbakhsh, S., Vannacci, L., Farsi, M., Lauetta, C., Celotto, L., Tiralosi, G., & Conte, C. (2024).** *Il Mobility-as-a-Service (MaaS): verso un nuovo paradigma di mobilità.* Ferrovie dello Stato Italiane & The European House – Ambrosetti.
- **Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili. (2022).** Verso un nuovo modello di mobilità locale sostenibile. Roma: MIMS.
- **Chakravorti, B. (2024).** AI's trust problem. *Harvard Business Review*.
- **Forbes Business Council. (2025, March 4).** Ethics in AI: Navigating security, trust and ownership. *Forbes*.
- **Hall, K. (2024, February 6).** AI trust issues: What you need to know. *CMSWire*.
- **Liaison. (2024, August 29).** The importance of transparency in education when adopting AI. *LiaisonEDU*.
- **Starmind. (2024, December 4).** *Breaking down AI transparency and trust barriers to boost adoption and reliability.*
- **Afroogh, S., Akbari, A., Malone, E., Kargar, M., & Alambeigi, H. (2024).** Trust in AI: Progress, challenges, and future directions. *Humanities & Social Sciences Communications*, 11(1)
- **Kenesei, Z., Ásványi, K., Kökény, L., Jászberényi, M., Miskolczi, M., Gyulavári, T., & Syahrivar, J. (2022).** Trust and perceived risk: How different manifestations affect the adoption of autonomous vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 165, 248–263.
- **Shah, H. (2024, October 9).** *AI in transportation industry: Use cases, benefits, applications and real world examples.*
- **Communication team. (2025, January 21).** *The ethics of AI in transportation: Balancing safety, privacy, and fairness*

- **Caballini, C., Corazza, M. V., Costa, V., Delponte, I., & Olivari, E. (2022).** Assessing the feasibility of MaaS: A contribution from three Italian case studies.
- **Nikiforiadis, A., Tsavdari, D., Mizaras, V., & Ayfantopoulou, G. (2023).** Identifying barriers and expectations in MaaS: Users' and stakeholders' perspective.
- **OECD. (2022).** *Closing the Italian digital gap: The role of skills, intangibles and policies* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 126). OECD Publishing.
- **Pasikowska-Schnass, M. (2020).** *Digital culture – Access issues* (EPRS | European Parliamentary Research Service, PE 651.942). European Parliament.
- **Delaere, H., Basu, S., Macharis, C., & Keseru, I. (2024).** Barriers and opportunities for developing, implementing and operating inclusive digital mobility services.
- **ISTAT. (2022).** *Cittadini e ICT – anno 2021*. Istituto Nazionale di Statistica.
- **European Agency for Special Needs and Inclusive Education. (2022).** *Inclusive digital education: Ensuring accessibility for all learners*.
- **OECD. (2021).** *Digital equity and inclusion in education: An overview of practice, policy and research*. OECD Publishing.
- **Atkins. (2018).** *Written evidence submitted by Atkins (MAS0030)*. UK Parliament Committees.
- **MaaS Alliance. (2019, 2 aprile).** *WHIMPACT – Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system*.
- **Maci, L. (2023, 12 dicembre).** *Marco Cavone, CEO Urbi: “Così sperimentiamo la Mobility as a Service a Milano e Roma”*.
- **Redazione ESG360. (2023, 14 novembre).** *Mobility as a Service: nasce la “mappa” di tutti i servizi italiani*.

Executive Summary

La trasformazione digitale e sostenibile della mobilità rappresenta oggi una priorità strategica globale, spinta dalla necessità di ridurre l'impatto ambientale dei trasporti e migliorare l'efficienza dei sistemi urbani. In questo contesto emerge il paradigma della smart mobility, abilitato da tecnologie avanzate come l'elettrificazione, i Big Data, l'Internet of Things e, in particolare, l'Intelligenza Artificiale (IA). Tali innovazioni stanno rimodellando le abitudini di spostamento delle persone, promuovendo modelli di servizio più flessibili, integrati e centrati sull'utente in alternativa all'uso dell'auto privata. Mobility as a Service (MaaS) si inserisce in questo scenario come concetto rivoluzionario: introdotto a metà degli anni 2010 (per la prima volta da S. Hietanen nel 2014), il MaaS prevede l'integrazione di molteplici servizi di mobilità pubblici e privati in un'unica piattaforma digitale attraverso la quale l'utente può pianificare, prenotare e pagare itinerari multimodali. Esperienze pionieristiche come l'app Whim a Helsinki o le iniziative di Transport for London (TfL) a Londra hanno dimostrato concretamente i benefici di questo approccio integrato, tra cui la riduzione della congestione urbana e delle emissioni di CO₂, nonché un marcato miglioramento dell'esperienza utente grazie a informazioni in tempo reale e soluzioni di viaggio personalizzate e ottimizzate. In tali soluzioni, l'IA svolge un ruolo cruciale: algoritmi di *machine learning* permettono di analizzare grandi moli di dati sulla domanda e sull'offerta di trasporto, ottimizzando in tempo reale i percorsi e l'allocazione delle risorse, prevedendo i flussi futuri e adattando proattivamente i servizi. Strumenti predittivi e sistemi di *recommendation* personalizzano le opzioni di viaggio per ciascun utente, mentre chatbot e meccanismi di *dynamic pricing* aiutano a migliorare la gestione del servizio e incentivare comportamenti di mobilità più sostenibile. Queste premesse tecnologiche indicano che la sinergia tra IA e MaaS può abilitare un sistema di mobilità più efficiente, sostenibile e orientato all'utente rispetto ai modelli tradizionali di trasporto.

Nonostante le potenzialità evidenti, in Italia il modello MaaS – e la sua integrazione con l'IA – si trova ancora in una fase embrionale. Il contesto italiano è storicamente caratterizzato da criticità strutturali che rallentano l'innovazione nel settore mobilità: un forte affidamento sull'auto privata come mezzo principale di spostamento, una frammentazione dei servizi di trasporto esistenti (molteplici operatori e piattaforme non interoperabili) e significativi ritardi nella digitalizzazione delle infrastrutture e dei sistemi pubblici. Questo ha fatto sì che l'Italia accumulasse un ritardo rispetto ad altre esperienze europee più avanzate. Tuttavia, segnali

recenti indicano un cambio di passo: iniziative istituzionali e investimenti dedicati stanno ponendo le basi per lo sviluppo del MaaS nazionale. In particolare, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) ha destinato oltre 50 milioni di euro al programma “Mobility as a Service for Italy”, volto a favorire l’adozione di piattaforme MaaS attraverso progetti pilota nelle principali città e la creazione di infrastrutture digitali condivise (es. piattaforme dati aperte per la mobilità). Alcune aree metropolitane, come Milano, Roma e Napoli, hanno già avviato sperimentazioni MaaS su scala locale, coinvolgendo sia operatori pubblici sia provider tecnologici privati, con l’obiettivo di offrire agli utenti soluzioni integrate di trasporto. Questi sviluppi indicano una crescente attenzione verso il paradigma MaaS-IA anche nel nostro Paese, e rendono urgente uno studio approfondito sulle condizioni necessarie a una sua diffusione efficace. È in questo quadro che si inserisce la presente tesi di ricerca.

Domanda di ricerca e obiettivi: la ricerca si focalizza su un quesito centrale: *quali sono le principali sfide e opportunità per l’adozione dell’Intelligenza Artificiale nei sistemi MaaS in Italia, considerando il quadro normativo, le infrastrutture tecnologiche e la disponibilità dei dati?* Da questa domanda discende una serie di obiettivi specifici. In primo luogo, il lavoro mira a *contestualizzare teoricamente e a livello internazionale il fenomeno MaaS*, delineandone le definizioni, le caratteristiche e i benefici rispetto ai modelli di mobilità tradizionali, nonché i modelli di business emergenti e gli attori coinvolti. In secondo luogo, si propone di *approfondire il ruolo dell’IA* all’interno dei sistemi MaaS, descrivendo le principali applicazioni concrete (ad esempio: ottimizzazione del traffico e dei percorsi, personalizzazione dei servizi, automazione del customer care) e valutandone gli effetti sull’efficienza operativa e sulla user experience. Il terzo obiettivo è *analizzare criticamente le sfide e le barriere* che attualmente limitano l’integrazione dell’IA nei MaaS italiani, distinguendo tra ostacoli di natura tecnologico-infrastrutturale, vincoli normativi-istituzionali e resistenze di tipo socio-culturale. Il quarto obiettivo, di natura empirica, consiste nel *condurre una comparazione* tra esperienze internazionali e nazionali: in particolare, si esaminano due casi pionieristici all’estero, la piattaforma Whim in Finlandia e l’approccio di TfL a Londra, Regno Unito, a confronto con un caso di studio italiano rappresentato da Urbi Italia, operatore coinvolto nel progetto pilota MaaS4Italy. Questo confronto qualitativo è volto a individuare best practice replicabili e differenze contestuali rilevanti, fornendo spunti su come affrontare le sfide in Italia. Infine, sulla base di tutte le evidenze raccolte, il quinto obiettivo è *formulare raccomandazioni operative e strategiche* per decisori pubblici e operatori del settore, delineando possibili scenari evolutivi futuri in cui il MaaS supportato dall’IA possa affermarsi con successo nel contesto

italiano. Complessivamente, la tesi si propone di colmare un vuoto nella letteratura nazionale sul tema, offrendo un'analisi integrata che unisce prospettiva teorica e indagine empirica originale, così da contribuire al dibattito su come l'IA possa ridefinire la mobilità come servizio in Italia.

Approccio metodologico: per rispondere alla domanda di ricerca e perseguire gli obiettivi sopra elencati, è stato adottato un approccio metodologico di tipo qualitativo e multi-metodo, combinando l'analisi della letteratura con uno studio empirico comparativo. Nella fase iniziale, è stata condotta un'ampia revisione della letteratura accademica e delle fonti istituzionali sul MaaS e sulle applicazioni dell'IA nel settore dei trasporti, al fine di costruire il quadro teorico di riferimento (Capitoli 1–3). Successivamente, la ricerca ha sviluppato un'indagine empirica (Capitolo 4) basata sul metodo dello studio di caso comparativo: sono stati selezionati due casi internazionali emblematici (Helsinki e Londra) e un caso nazionale (Urbi in Italia) per un'analisi approfondita. La raccolta dei dati empirici si è avvalsa di interviste semi-strutturate con attori chiave in ciascun contesto. In particolare, sono stati coinvolti: per la Finlandia, rappresentanti di MaaS Global (la start-up sviluppatrice di Whim) e funzionari pubblici/esperti che hanno partecipato all'ecosistema MaaS locale; per il Regno Unito, dirigenti o consulenti legati a TfL e operatori tecnologici attivi in progetti MaaS britannici; per l'Italia, un manager responsabile del servizio MaaS presso Urbi Italia (Marketing & Business Manager), direttamente impegnato nel progetto sperimentale MaaS4Italy a Milano. Le interviste, condotte seguendo una traccia tematica predefinita, hanno esplorato vari aspetti: l'utilizzo attuale e potenziale dell'IA all'interno delle piattaforme MaaS considerate, le principali difficoltà tecniche, operative e normative incontrate, le strategie adottate per superare tali ostacoli, la percezione degli utenti e le prospettive di sviluppo futuro dal punto di vista degli operatori. Le testimonianze raccolte sono state analizzate attraverso tecniche di analisi tematica, categorizzando le risposte per individuare i macro-temi ricorrenti (ad es. gestione dei dati, interoperabilità, regolamentazione, accettazione utente, ecc.). Incrociando in maniera sistematica i risultati emersi dai diversi casi, è stato possibile aumentare il rigore dell'analisi (tramite *triangolazione* delle fonti) e assicurare un confronto bilanciato tra situazioni differenti. Questo approccio integrato e comparativo costituisce un elemento di originalità del lavoro: a fronte di una limitata letteratura italiana sul tema, lo studio offre evidenze empiriche dirette e aggiornate, collegando i lesson learned internazionali con il contesto nazionale. Si assicura così una base conoscitiva solida su cui fondare le raccomandazioni strategiche finali.

Benefici potenziali dell'IA nei MaaS: dall'analisi teorica (Capitoli 1 e 2) emerge che l'integrazione di IA e MaaS può fornire benefici significativi rispetto ai modelli tradizionali di mobilità urbana. Innanzitutto, i sistemi MaaS supportati dall'IA sono in grado di *ottimizzare l'uso delle risorse di trasporto*: grazie ad algoritmi predittivi, si possono adattare dinamicamente l'offerta di mezzi (autobus, veicoli condivisi, etc.) ai reali fabbisogni, riducendo situazioni di sovrautilizzo o sotto-utilizzo dei veicoli. Ciò contribuisce a diminuire la congestione del traffico urbano, sincronizzando ad esempio i semafori e suggerendo in tempo reale percorsi alternativi meno congestionati. In secondo luogo, tali sistemi favoriscono una mobilità complessivamente più sostenibile: razionalizzando i tragitti si riducono i chilometri percorsi inutilmente, con un effetto diretto sull'abbattimento delle emissioni inquinanti (CO₂ e altri gas serra). Inoltre, l'IA può migliorare l'integrazione di modalità di trasporto ecologiche (come i mezzi pubblici elettrici o la micromobilità) nei percorsi degli utenti, calcolando ad esempio soluzioni door-to-door che privilegiano spostamenti a basso impatto ambientale. Dal punto di vista dell'utente finale, il MaaS con IA offre un'esperienza più personalizzata e inclusiva: i sistemi intelligenti analizzano le preferenze e le esigenze individuali (ad esempio dati sugli spostamenti frequenti, preferenze di mezzo, limitazioni di mobilità) per fornire soluzioni di viaggio su misura, migliorando l'accessibilità del servizio anche per categorie di utenti con esigenze particolari. Vengono implementate funzionalità avanzate come *journey planner* personalizzati, notifiche proattive su perturbazioni o opportunità di car pooling, e tariffe integrate calcolate dinamicamente in base all'uso effettivo o a politiche di incentivo (ad es. sconti per chi utilizza modalità sostenibili). Un altro beneficio è l'automazione di servizi a valore aggiunto: chatbot e assistenti virtuali, potenziati da IA conversazionale, possono fornire supporto 24/7 agli utenti per informazioni, prenotazioni o risoluzione di problemi, migliorando la qualità del servizio clienti e l'affidabilità percepita del sistema MaaS. Complessivamente, i risultati confermano che un modello di Mobility as a Service arricchito dall'intelligenza artificiale può raggiungere livelli superiori di efficienza, sostenibilità ambientale e qualità dell'esperienza utente, delineando un miglioramento sostanziale rispetto allo status quo della mobilità frammentata e centrata sul veicolo privato.

Principali sfide per l'integrazione dell'IA nei MaaS italiani: nonostante i vantaggi prospettati, lo studio evidenzia anche una serie di barriere critiche che oggi ostacolano o rallentano l'implementazione diffusa di MaaS basati su IA in Italia (Capitolo 3). Tali sfide emerse si possono sintetizzare in tre macro-categorie (tecnologiche, normative e culturali) strettamente interconnesse tra loro:

- **Sfide tecnologico-infrastrutturali:** Emerge con forza la necessità di una infrastruttura digitale più integrata e interoperabile. Molti sistemi di trasporto italiani (dalle piattaforme di infomobilità pubbliche ai servizi di sharing privati) operano ancora in silos separati, con standard tecnologici eterogenei e limitata capacità di comunicare tra loro. Questa mancanza di standard condivisi e di integrazione rende complessa l'aggregazione dei dati di mobilità e lo sviluppo di algoritmi IA efficaci su scala urbana/nazionale. Ad esempio, il mancato dialogo tra sistemi di bigliettazione elettronica diversi, o la scarsa apertura delle API da parte di alcuni operatori, impedisce al MaaS di offrire all'utente un'esperienza davvero unificata. Inoltre, persistono gap nella digitalizzazione di base di alcune componenti del sistema di trasporto pubblico locale, specie in aree meno avanzate: copertura insufficiente di sensori IoT, limitata disponibilità di dati in tempo reale su orari e posizioni dei mezzi, ecc. Senza un'infrastruttura tecnologica capillare e connessa, le applicazioni di IA non possono esprimere appieno il loro potenziale. Questa sfida infrastrutturale suggerisce la priorità di investire in piattaforme aperte di gestione dati e in sistemi informativi integrati a livello nazionale.
- **Sfide normative e regolatorie:** Sul piano istituzionale, la ricerca ha identificato una frammentazione delle competenze e l'assenza di un quadro normativo chiaro come freni significativi all'innovazione MaaS. In Italia, le competenze sul trasporto pubblico e sulla mobilità sono spesso suddivise tra enti locali, regioni e Stato, generando sovrapposizioni o vuoti normativi quando si tratta di implementare servizi integrati su scala ampia. Ad oggi manca una legislazione nazionale specifica sul MaaS che definisca ruoli, responsabilità e standard minimi per i diversi attori (autorità di trasporto, MaaS operator, fornitori di dati, ecc.), sul modello di quanto avvenuto in altri Paesi (come la Finlandia con l'Act on Transport Services del 2018). Questo porta a incertezze regolatorie ad esempio sulla gestione dei dati (chi ne è proprietario e responsabile), sulle modalità di integrazione tariffaria (come ripartire ricavi tra fornitori diversi) o sulle condizioni per l'ingresso di operatori privati nel mercato MaaS pubblico. Inoltre, il regime di protezione dei dati personali (GDPR) impone vincoli stringenti sulla condivisione dei dati degli utenti e sull'uso di algoritmi automatici nelle decisioni di servizio, imponendo ai MaaS basati su IA di aderire a elevati standard di privacy e trasparenza algoritmica. La conformità a tali normative, sebbene necessaria, può rallentare i progetti se non viene accompagnata da linee guida chiare e strumenti normativi agili. Si evidenzia dunque l'esigenza di un quadro regolatorio unitario a

livello nazionale, che superi la frammentazione attuale e fornisca sia certezza giuridica agli operatori sia garanzie agli utenti.

- **Sfide socio-culturali:** Un'ulteriore barriera rilevata risiede nella resistenza al cambiamento da parte di alcuni segmenti di utenti e operatori tradizionali. Culturalmente, l'automobile privata mantiene in Italia un ruolo simbolico e pratico molto forte, soprattutto al di fuori dei grandi centri urbani: molti cittadini sono riluttanti ad abbandonare l'auto di proprietà in favore di soluzioni di mobilità condivisa o servizi digitali integrati, spesso per abitudini radicate o per sfiducia verso l'affidabilità dei servizi alternativi. Anche tra gli addetti ai lavori (aziende di trasporto pubblico locale, amministrazioni) possono emergere atteggiamenti difensivi verso modelli innovativi percepiti come disruptivi rispetto allo status quo. La ricerca ha messo in luce come la diffidenza verso le tecnologie digitali e verso l'IA in particolare si traduca in preoccupazioni concrete: gli utenti temono per la propria privacy (ad esempio nell'essere tracciati durante gli spostamenti o nel veder "profilati" i propri comportamenti di viaggio) e nutrono in certi casi poca fiducia nell'imparzialità e trasparenza delle decisioni algoritmiche (ad esempio nelle tariffe dinamicamente differenziate, o nelle raccomandazioni di percorso). Al contempo, un certo digital divide persiste: non tutti gli utenti sono disposti o capaci di utilizzare con disinvoltura applicazioni mobili avanzate per la mobilità, soprattutto nelle fasce più anziane della popolazione o in contesti socio-economici meno digitalizzati. Questi aspetti socio-culturali indicano che, accanto alle soluzioni tecniche, sarà fondamentale lavorare sulla sensibilizzazione e formazione degli utenti, costruendo fiducia nei nuovi servizi attraverso campagne informative, trasparenza nell'uso dei dati e garanzie di sicurezza, così da aumentare l'accettazione pubblica del MaaS e dell'IA applicata ai trasporti.

Analisi comparativa dei casi di studio (Capitolo 4): la parte empirica della tesi ha confrontato esperienze estere avanzate con la realtà italiana, evidenziando lezioni utili e aspetti da considerare per il contesto nazionale. I casi internazionali esaminati, Whim a Helsinki e l'ecosistema TfL a Londra, offrono due modelli differenti di implementazione del MaaS potenziato dall'IA, entrambi di grande interesse.

Caso Whim (Helsinki, Finlandia): la Finlandia rappresenta uno dei primi laboratori mondiali per il MaaS. Whim, lanciata in via sperimentale nel 2016 e commercialmente nel 2017 dalla start-up MaaS Global, è riconosciuta come la prima implementazione completa di MaaS su scala commerciale. Operando nell'area metropolitana di Helsinki (circa 1,2 milioni di abitanti),

Whim offre agli utenti un'unica applicazione per pianificare e pagare viaggi multimodali combinando trasporto pubblico locale, taxi, servizi di micromobilità (bike e scooter sharing) e persino il noleggio auto tradizionale. La scelta di Helsinki come culla del MaaS non è casuale: dal lato della domanda, la popolazione finlandese (soprattutto urbana) presenta elevata fiducia nei servizi digitali ed è propensa ad adottare innovazioni di mobilità sostenibile; dal lato dell'offerta e governance, le istituzioni finlandesi hanno adottato politiche lungimiranti, come normative pro-open data nel settore trasporti e l'Act on Transport Services del 2018, che impone ai diversi operatori di condividere i propri dati e facilita l'ingresso di nuovi attori MaaS. Questo contesto favorevole ha creato terreno fertile per Whim, che è riuscita a fiorire grazie a una stretta collaborazione pubblico-privato: il Comune di Helsinki e l'autorità trasporti locale hanno lavorato insieme a MaaS Global per integrare l'app con i sistemi di bigliettazione esistenti e assicurare interoperabilità. Dalle interviste con gli attori finlandesi è emerso che i fattori di successo di Whim includono l'ampiezza dell'integrazione modale (fornire soluzioni *door-to-door* veramente complete), la semplicità e intuitività dell'esperienza utente e la flessibilità dei pacchetti tariffari offerti. Whim, infatti, adotta modelli di abbonamento mensile combinati a tariffe dinamiche basate sull'uso, garantendo prevedibilità di spesa ma anche adattabilità alle esigenze dei clienti: questo utilizzo intelligente dei dati (supportato da algoritmi di IA per l'analisi delle abitudini di viaggio e la modulazione dell'offerta) ha incentivato comportamenti virtuosi, ad esempio spostando utenti dall'auto privata al trasporto pubblico e condiviso tramite incentivi economici mirati. Va notato che, nonostante il successo nelle aree urbane, in Finlandia permangono sfide nel diffondere il MaaS nelle aree periferiche e rurali, dove la densità di domanda è bassa e l'auto privata è spesso percepita come insostituibile. Gli esperti sottolineano che colmare il divario urbano-periferia richiederà ulteriori sforzi di adattamento, come servizi a chiamata flessibili supportati da IA per ottimizzare i percorsi in zone a bassa domanda, e forti campagne culturali per modificare atteggiamenti consolidati. In sintesi, il caso Whim evidenzia come un mix di innovazione tecnologica, politiche aperte sui dati, partnership collaborative e concentrazione su bacini di utenza digitalmente predisposti possa far decollare il MaaS alimentato da IA, fermo restando l'impegno continuo nel gestire le disparità territoriali e culturali.

Caso TfL (Londra, Regno Unito): il contesto britannico offre un esempio complementare, mostrando l'implementazione del MaaS in una grande metropoli con un modello di governance consolidato. Londra (quasi 9 milioni di abitanti) dispone di uno dei sistemi di trasporto pubblico più complessi e integrati al mondo, gestito centralmente dall'agenzia metropolitana Transport for London (TfL). Da decenni TfL adotta soluzioni innovative per facilitare l'intermodalità: già

nel 2003 ha introdotto la smart card Oyster unificando la bigliettazione su metropolitana, autobus, treni locali, ecc., e più di recente ha implementato il pagamento contactless e sviluppato un'app mobile ufficiale per pianificare i viaggi multimodali. Questa infrastruttura digitale e tariffaria unificata ha preparato il terreno per l'evoluzione verso modelli MaaS: Londra oggi offre agli utenti la comodità di utilizzare molteplici servizi di mobilità con un'unica piattaforma di pagamento e informazione, condizione essenziale del MaaS. Inoltre, la città ha perseguito politiche ambiziose di mobilità sostenibile (come la Congestion Charge per l'accesso veicolare al centro, l'estensione capillare del trasporto pubblico e incentivi alla ciclabilità) e presenta un'utenza generalmente ricettiva verso i servizi digitali pubblici. Dalle interviste condotte è emerso che i cittadini londinesi mostrano un alto grado di fiducia nelle piattaforme digitali offerte dall'amministrazione (ad esempio l'app TfL Go o i servizi di infomobilità), e ciò, unito alla crescente sensibilità ambientale, crea un ambiente favorevole all'adozione di soluzioni MaaS. Il ruolo di TfL come regista centrale del sistema è stato indicato dagli esperti come un elemento chiave: una governance forte e coordinata ha facilitato la standardizzazione dei dati e l'apertura di API pubbliche, permettendo anche a sviluppatori terzi di costruire servizi innovativi (si pensi all'integrazione di dati TfL in app popolari come Citymapper, resa possibile dalla politica di *open data* londinese). Fuori dalla capitale, il panorama del Regno Unito è più eterogeneo: altre città come Manchester, Birmingham, Bristol stanno sperimentando soluzioni MaaS locali attraverso consorzi tra autorità locali e provider tecnologici, ma non esiste (al 2025) una piattaforma unica nazionale. Anche nel contesto UK le sfide non mancano, soprattutto nell'estendere il MaaS oltre le metropoli: al di fuori di Londra persiste, analogamente all'Italia, una forte cultura dell'auto privata e un'offerta di trasporto pubblico meno capillare, il che rende la *value proposition* del MaaS meno immediata per molti utenti. Questo evidenzia come l'esperienza britannica offra sia il caso di Londra/TfL, un modello virtuoso di integrazione su larga scala, dove l'IA e l'analisi dei dati sono impiegate per ottimizzare la gestione di uno dei network urbani più complessi d'Europa, sia il monito delle aree periferiche, in cui risulta cruciale adattare l'approccio MaaS alle condizioni locali e investire in infrastrutture e campagne di engagement per incentivarne l'adozione.

Caso Urbi (Italia): il caso di studio nazionale analizzato è Urbi, un operatore italiano che funge da aggregatore di servizi di mobilità tramite app ed è stato selezionato in diversi progetti pilota di MaaS in Italia (tra cui la sperimentazione MaaS4Italy avviata a Milano e in altre città nel 2022). L'analisi del caso Urbi, arricchita dall'intervista al responsabile MaaS dell'azienda, fornisce una prospettiva diretta sullo stato dell'arte e sulle difficoltà pratiche di implementare MaaS con IA nel contesto italiano. Urbi offre già oggi un'app unica attraverso cui l'utente può

accedere a molteplici servizi (trasporto pubblico locale, car sharing, bike/scooter sharing, taxi, ecc.), configurandosi come *MaaS integrator* sul mercato italiano. Dal punto di vista tecnologico, Urbi sta iniziando a impiegare componenti di IA soprattutto in funzione di planner intermodale: l'app utilizza algoritmi per suggerire percorsi ottimali combinando i vari mezzi disponibili, tenendo conto di orari, traffico e preferenze dell'utente. Inoltre, sono in fase di sviluppo funzionalità basate su apprendimento automatico per migliorare la predittività del servizio (ad esempio, prevedere i tempi di viaggio più accurati o la disponibilità futura di mezzi in sharing) e per personalizzare offerte/promozioni in base allo storico d'uso del cliente. Tuttavia, dall'indagine qualitativa è emerso che l'impiego dell'IA da parte di Urbi è attualmente limitato a funzioni specifiche e non ancora esteso a una gestione totalmente data-driven del sistema. Ciò è dovuto in parte a limitazioni nei dati: la qualità e granularità dei dati forniti da alcuni operatori partner non è ottimale, e la mancanza di formati standard rende complessa l'integrazione automatizzata. Inoltre, ostacoli normativi, come incertezze nei rapporti contrattuali con i gestori del trasporto pubblico o ritardi autorizzativi per l'accesso a banche dati pubbliche, hanno in qualche caso rallentato l'introduzione di nuove funzionalità IA nell'app. Un'ulteriore sfida operativa segnalata riguarda la lentezza nell'adozione da parte del mercato: convincere gli utenti italiani a utilizzare massicciamente un'app MaaS richiede tempo e fiducia, e molti continuano a preferire le app dei singoli servizi (o soluzioni tradizionali) per abitudine. Per far fronte a queste sfide, Urbi ha messo in atto alcune strategie: ad esempio, ha investito nella costruzione di partnership forti con enti pubblici (Comuni, aziende di TPL) per migliorare lo scambio dati e la visibilità del servizio; ha puntato su un'interfaccia semplice e localizzata in italiano, con supporto utenti dedicato, per aumentare la fiducia e l'accessibilità; infine, sta partecipando attivamente ai tavoli nazionali (come MaaS4Italy) per contribuire alla definizione di standard e linee guida condivise. L'esperienza di Urbi, pur ancora in evoluzione, mostra un progresso concreto verso il MaaS nel nostro Paese, evidenziando allo stesso tempo come alcune limitazioni strutturali (interoperabilità, normative, cultura dell'utenza) incidano sulla velocità di sviluppo. Il confronto con Whim e TfL suggerisce che molte soluzioni efficaci all'estero possono ispirare l'azione in Italia, ma occorre adattare alle specificità locali: ad esempio, l'open data governance e la collaborazione pubblico-privato viste in Finlandia e UK sono replicabili, ma richiedono volontà politica e coordinamento centrale anche in Italia; parimenti, strategie di *marketing* digitale e education degli utenti dovranno accompagnare l'introduzione di ogni nuova funzionalità IA per garantirne l'accettazione.

Conclusioni e raccomandazioni: i risultati complessivi della ricerca indicano con chiarezza che l'integrazione tra Intelligenza Artificiale e Mobility as a Service può costituire un fattore determinante per il futuro della mobilità urbana in Italia, offrendo opportunità significative per migliorare la sostenibilità, l'efficienza e la qualità del servizio per i cittadini. L'analisi condotta conferma, infatti, che un MaaS supportato dall'IA è in grado di generare benefici rilevanti rispetto ai modelli di trasporto frammentati: riduzione del traffico e delle emissioni, ottimizzazione nell'allocazione delle risorse di mobilità, maggiore accessibilità e personalizzazione dell'offerta di trasporto. Al contempo, per realizzare appieno questi benefici potenziali occorre affrontare con decisione le criticità emerse. Lo studio ha identificato tre ambiti principali su cui intervenire: (1) **Tecnologia e dati:** è prioritario investire nella digitalizzazione e nell'interoperabilità, sviluppando un'architettura comune di scambio dati e piattaforme aperte che consentano ai diversi operatori (pubblici e privati) di interfacciarsi agevolmente. Standard tecnici condivisi e una piattaforma nazionale dei dati di mobilità faciliterebbero enormemente l'applicazione di algoritmi IA su scala ampia. (2) **Governance e regolazione:** serve una visione strategica unificata a livello nazionale, supportata da un quadro normativo chiaro e uniforme. In altre parole, è auspicabile l'istituzione di linee guida nazionali o di una normativa ad hoc sul MaaS che definisca ruoli, responsabilità e principi (ad es. obblighi di open data, standard di servizio, criteri di tutela degli utenti) validi per tutti i progetti locali, evitando dispersioni e conflitti di competenza. Una cabina di regia centrale o un coordinamento inter-istituzionale potrebbe accelerare l'armonizzazione delle iniziative sul territorio. (3) **Cultura e utenza:** è fondamentale accompagnare l'innovazione tecnica con misure di sensibilizzazione del pubblico e formazione digitale. Ciò include campagne informative per spiegare i vantaggi del MaaS e dell'IA (sfatando timori infondati), iniziative per accrescere la fiducia degli utenti (ad esempio certificando la trasparenza nell'uso dei dati personali, garantendo opzioni di *opt-out* e assistenza dedicata), oltre a politiche di incentivazione mirata. Su questo ultimo punto, un utilizzo creativo delle leve tariffarie, reso possibile dall'IA, potrebbe accelerare il cambio di abitudini: ad esempio, introducendo sconti o tariffe speciali per chi adotta comportamenti sostenibili, o pacchetti integrati convenienti che involino ad usare l'app MaaS invece dell'auto privata. In parallelo, la promozione di partnership pubblico-private stabili è indicata come ulteriore raccomandazione strategica: la cooperazione tra amministrazioni, aziende di trasporto, start-up tecnologiche e centri di ricerca può generare sinergie e innovazione condivisa, mettendo insieme competenze complementari e risorse per sviluppare soluzioni MaaS scalabili.

In conclusione, il binomio MaaS + IA si profila come una grande opportunità strategica per l'Italia, capace di ridisegnare in modo radicale e sostenibile il futuro della mobilità urbana nazionale. I casi internazionali analizzati dimostrano che, laddove vi siano visione, investimenti e collaborazione, i benefici non tardano a manifestarsi in termini di migliore qualità della vita urbana e soddisfazione degli utenti. Anche i progetti pilota italiani attualmente in corso offrono una base concreta da cui partire: essi rappresentano laboratori importanti per testare sul campo tecnologie e modelli di servizio innovativi. Sebbene non manchino ostacoli da superare, le lezioni apprese dalle esperienze estere e dalle prime sperimentazioni locali forniscono indicazioni preziose su come procedere. Sarà cruciale un'azione concertata tra tutti gli attori coinvolti, istituzioni pubbliche (governo, enti locali), operatori di trasporto, imprese tecnologiche e utenti stessi, per trasformare questa visione in realtà. Solo attraverso coordinamento, condivisione di dati e conoscenze, e una costante attenzione sia agli aspetti tecnici sia a quelli sociali, l'ecosistema MaaS potrà attecchire e prosperare nel contesto italiano. La ricerca condotta suggerisce dunque che, con interventi mirati e lungimiranti, l'integrazione dell'Intelligenza Artificiale nei servizi di Mobility as a Service potrà nei prossimi anni contribuire in modo decisivo a trasformare la mobilità del Paese, rendendola più efficiente, sostenibile e a misura di cittadino.