

Introduzione

Le Corbusier negli scritti relativi alla realtà utopica della *Ville Radieuse* afferma che 4 sono le sfere principali costituenti una città e la sua popolazione: Abitare, Lavorare, Ricrearsi e Muoversi. Quest'ultimo in particolare viene assunto come diritto fondamentale dell'uomo.

Oggi, le nostre città sono caratterizzate da una vivibilità sempre peggiore, dovuta in primo luogo all'inquinamento, allo stress e alla frenesia, alla perdita delle interazioni sociali, soprattutto per effetti della pandemia in corso. Ma in particolare, il vivere in città e le nostre abitudini risentono e dipendono in modo inevitabile e particolare da come ci spostiamo.

La saturazione delle aree urbane non permette la generazione di ulteriori infrastrutture, e per questo siamo costretti a pensare ad una rigenerazione delle medesime a nuovi modi di trasporto per sfruttarle. Una soluzione che si sta studiando da tempo è quella dell'utilizzo di veicoli completamente automatizzati, o *Autonomous Vehicles (AVs)*, i quali potrebbero garantire un'ottimizzazione dei trasporti, raggiungendo prestazioni di guida e livelli di capacità per le nostre infrastrutture inimmaginabili per la guida umana, invertendo la marcia degli impatti che la mobilità ha attualmente sull'ambiente e sulle persone.

Prima di presentare gli obiettivi della tesi corrente e i dati ricavati in seguito alla sperimentazione e simulazione, mi preme introdurre l'idea del modello di mobilità sostenibile del futuro che supporterebbe la tesi stessa e che presupporrebbe la necessità e la convenienza di adottare le tecnologie presentate, al fine di garantire un servizio di mobilità efficiente al 100% sostenibile.

Modello di mobilità sostenibile del futuro

Il modello di mobilità sostenibile del futuro che l'autore di questo elaborato si immagina prevede uno stravolgimento del contesto urbano, non solo nell'ambito dei trasporti, ma che coinvolgerà qualsiasi aspetto legato al come vivere la città.

Il trasporto non sarà più quello che conosciamo. Siamo destinati a non guidare più le auto, questa è una certezza. Allo stesso tempo, una politica di mobilità in cui il sottoscritto crede fortemente è quella che può essere riassunta nella massima che segue: "Non ci sarà più bisogno di parlare di traffico di mezzi *privati*, né di mezzi *pubblici*: un giorno parleremo esclusivamente di mezzi *condivisi*." Difatti, la caratteristica principale di tale modello è la totale assenza di mezzi privati. Adottando il motto recitato, il parco veicolare privato sarà sostituito integralmente da quello detenuto dall'intera comunità nel suo insieme, ovvero un sistema di veicoli automatizzati condivisi (da qui in poi *Shared Autonomous Vehicles* o in breve *SAVs*). In questa maniera, nelle ore di punta sarà possibile ottimizzare gli itinerari dei singoli veicoli a seconda della domanda di trasporto, per cui prevarrà la condivisione delle tratte tra le persone e quindi il raggiungimento della capacità del veicolo (che in questo elaborato sarà supposto di 4 persone).

La rivoluzione della mobilità si tradurrà in maggiore capacità di trasporto e tempi ridotti, grazie ai veicoli connessi tra loro (v. tecnologia V2V, e.g. *platooning*) e alle infrastrutture (V2I), rendendo un'enorme quantità di dati utili al perfezionamento dei sistemi di trasporto (V2X).

Inoltre, il cambiamento radicale riguarderà anche le nostre strade ed infrastrutture, differenziate tra strade per la mobilità motorizzata, elettrica e sostenibile da un lato, corsie separate dalla strada e dedicate esclusivamente alla mobilità dolce, e infine percorsi dedicati alla pedonalità lungo *parchi lineari* per una riscoperta della natura e dell'incontro nelle città.

Tutto ciò sarà reso possibile grazie ad un'ottimizzazione dell'offerta di trasporto, nella quale i servizi garantiti da SAVs possono costituire il mezzo principale di trasporto oppure un'integrazione *one/last-mile* dell'unico modello di trasporto pubblico che sopravviverà ma che giocherà un ruolo fondamentale nelle nostre città, ovvero quello ad alta capacità e organizzato su sedi esclusive, come metro e come particolari linee di tram. Tale offerta di trasporto, combinata all'abbattimento della domanda di parcheggio dovuta all'utilizzo di un parco veicolare condiviso e veicoli in movimento per maggior tempo rispetto allo stato attuale (i quali essendo autonomi potrebbero parcheggiarsi da soli in appositi depositi), porterà ad una maggiore disponibilità di spazio nelle nostre città e ad una conseguente ottimizzazione degli spazi stessi.

Questi potranno essere dedicati alla mobilità dolce, pedoni e bici, e ad un riadattamento decorativo e paesaggistico delle strade con maggiore quantità di *verde* e maggiore fruibilità degli spazi comuni, garantendo quindi da un lato maggiore sicurezza ad ogni utente della strada, dall'altro una riscoperta del vivere gli incontri, con grandi benefici per le interazioni sociali.

L'aspetto più importante rimane *in primis* l'accessibilità a qualsiasi utente (in generale a qualsiasi persona senza patente – come minorenni o stranieri con patente ma non valida in Italia – ma soprattutto alle categorie più fragili, tra cui anziani e diversamente abili) di un servizio che abbatte lo stress che una persona accumula durante le congestioni tutti i giorni, perdendo un'inestimabile quantità di tempo, situazione insostenibile nella maggior parte delle città e metropoli europee e mondiali. Perciò, si afferma che questo modello si baserà sul concetto non solo più tecnico di *Mobilità come servizio (Mobility-as-a-Service o MaaS)*, ma in particolar modo di *Mobilità come Diritto*.

Intersezioni senza semafori non saranno più frutto dell'immaginazione di soggetti cinematografici, ma si tradurranno in realtà, rispecchiando quello che di fatto si rivela essere il traffico: un fluido che percorre le strade che viviamo tutti i giorni e che fa parte esso stesso delle nostre abitudini e della nostra natura, proprio come elemento biologico paragonabile al sangue che scorre nelle nostre vene e arterie e che mette in moto ogni giorno una macchina perfetta quale l'uomo.

Applicazione dei SAVs negli ambiti urbani e ruolo nella mobilità

In realtà, se si debba pensare ad un mondo in cui un AV diventi un investimento personale, come supportano come idea commerciale aziende come Tesla, col quale solo il singolo cliente dell'auto possa ricavare dei profitti, e

se avessero tutti la possibilità di seguire lo stesso esempio, ci ritroveremmo in una città ancora invasa dalle auto. Per questo, tale elaborato intende vedere gli AVs come mezzi condivisibili tra gli utenti e di proprietà pubblica e gestiti da servizi terzi di car-sharing e ride-hailing. Di fatto, in letteratura vengono proposte innumerevoli soluzioni come applicazioni per i SAVs e se ne possono individuare in base a differenti criteri legati all'operatività e al livello di integrazione con gli altri mezzi di trasporto.

A questo proposito, è bene distinguere tra sistemi indipendenti e integrati. I primi consentono di rendere disponibile il servizio in modalità indipendente (senza connessione a qualsiasi altra modalità di trasporto). Invece, nei sistemi integrati i servizi SAV fungono da complemento al sistema di Trasporto Pubblico esistente come servizio *one/last mile*, oppure può completamente sostituirlo da e verso alcune aree a bassa domanda. Casi speciali includono ad esempio servizi SAVs all'interno di campus universitari e aree industriali.

Si invita vivamente alla lettura del capitolo 3.2 della tesi presente per l'analisi di pro e contro di un tale modello di mobilità sostenibile distinguendo tra i diversi aspetti: Traffico, Mobilità dolce, Sicurezza, Società ed Economia, Ambiente ed Energia. La spiegazione si sofferma su aspetti molto importanti, anche se non scontati, per la sostenibilità sociale, ambientale ed economica oltre a quelli relativi alle performance più prettamente riferite all'ambito della mobilità.

Il caso di Corticella

Premesso quanto descritto finora, con la presente trattazione si intende analizzare gli effetti dell'inserimento di un servizio *ride-hailing* o *ride-sharing* costituito da una flotta di *Shared Autonomous Vehicles (SAVs)* elettrici ad emissioni locali zero nell'ambito urbano di Corticella, quartiere della periferia nord di Bologna.

Per tale ricerca, condotta con simulazioni di traffico coi software SUMo e SUMoPy, sono stati messi a confronto due scenari principali. Lo *Scenario 1* modella quello che è lo stato attuale di traffico, caratterizzato dal 40% degli spostamenti totali svolto con un mezzo privato a motore. In un secondo momento, vengono invece presi in analisi differenti versioni dello *Scenario 2* (inserimento del sistema di *ride-sharing*), ottenute dalla combinazione di parametri legati a due aspetti del servizio: numero dei veicoli costituenti la flotta e criterio di assegnazione del taxi all'utente.

Sono confrontati dati relativi a:

- prestazioni tra livelli di servizio di *ride-sharing*;
- prestazioni riferite al servizio *robo-taxi* e prestazioni riferite allo stato attuale di circolazione dei veicoli privati convenzionali;
- impatto sul traffico generato dalla domanda esterna all'area di studio;
- emissioni nell'atmosfera, generazione di rumore e consumi.

Dai risultati analizzati si evince che il servizio di *robo-taxi* più conveniente dipende dal tipo di approccio legato alle prenotazioni. Nel caso di servizio *on-demand*, diventa più conveniente per l'utente, in termini di valore medio dei tempi di attesa e di tempi di viaggio complessivo, il servizio garantito da una flotta di 300 taxi (numero di

veicoli SAVs massimo sperimentato) con criterio di assegnazione del taxi più vicino. Nel caso invece di approccio *reservation-based* la flotta con prestazioni migliori per il servizio si rivela essere quella composta da 100 *robo-taxi*. Tale livello di servizio risulta addirittura più conveniente, seppure di poco, dell'utilizzo dell'auto.

Tuttavia, in tutti gli scenari si sono riscontrati i limiti di un sistema *ride-sharing* costituito da 300 SAVs legati all'immissione della rete di un numero di veicoli tale da congestionare modestamente la rete e abbassare quindi le prestazioni del servizio stesso.

Infine, alcuni dei vantaggi più importanti e notevoli si hanno nel campo delle emissioni locali e dei consumi, con un particolare calo delle prime (in termini di CO₂ e di polveri sottili) di circa il 30% in media per gli scenari, fino al 59% nel caso di *ride-sharing* costituito da 300 veicoli e una deviazione rispetto al percorso più veloce originario per ogni passeggero di 360s in termini di tempo perso. Tale scenario risulta il migliore anche in termini di consumi specifici di carburante (- 47% rispetto allo stato attuale di traffico e di parco veicolare) e di inquinamento acustico (- 49%). Addirittura, nei peggiori tra gli scenari studiati per questo innovativo servizio di trasporto in termini di prestazioni ambientali, queste vedrebbero comunque miglioramenti dal punto di vista delle emissioni locali di CO₂ e polveri sottili (- 23%), dei consumi di carburante (sempre - 23%) e di generazione di rumore (- 9%). Quest'analisi diventa determinante considerando le politiche intraprese negli ultimi anni e gli obiettivi prefissati nell'*Agenda 2030* che si basano sulla *sostenibilità* nel modo di vivere di ogni persona e delle sue esigenze, tra le quali compare ai primi posti la necessità di spostarsi.

PAROLE CHIAVE:

Shared-Autonomous-Vehicles, SAVs, Ride-hailing, Ride-sharing, Car-sharing, Autonomous-Vehicles, AVs, Bologna, Corticella, Periferia, Connected-Vehicles, CVs, Platooning, SUMo, Simulazione, Traffico, Robo-taxi, Mobility-as-a-service, MaaS, PCVs, Mobilità, Sostenibilità, Congestione, Città