



## Le sette rivoluzioni dei trasporti e la struttura delle città: fra storia e futuri possibili

### *The seven transport revolutions and the structure of cities: between history and possible futures*

Ennio CASSETTA (\*)

Marilisa BOTTE (\*\*)

Anna LIMMATOLA (\*\*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.05.2025.ART.2>)

**Sommario** - Il volto delle città ha subito trasformazioni significative nel corso della storia e uno dei fattori chiave attraverso cui poter leggere tali cambiamenti è rappresentato dalla nascita e dall'evoluzione delle diverse forme di mobilità nella storia (sei rivoluzioni dei trasporti). Ogni innovazione tecnologica ed organizzativa dei trasporti ha influenzato la struttura urbana; dal modello compatto delle città del carro preindustriali, alla città della ferrovia fino alla diffusione suburbana della città dell'automobile. Similmente, la settima rivoluzione dei trasporti, attualmente in atto, trainata da decarbonizzazione e transizione energetica, veicoli a guida autonoma e connessa e nuovi servizi digitali di mobilità, ha il potenziale di generare trasformazioni spaziali e funzionali dell'ambiente urbano, arrivando alla città post automobile o dei servizi di mobilità. In questo articolo, si descriveranno gli effetti delle sei rivoluzioni dei trasporti sulla struttura urbana, con uno sguardo alla città del futuro e alle sfide che questa dovrà affrontare.

#### 1. Introduzione

Nel corso dei secoli la conformazione dell'urbano e l'evoluzione dei sistemi di trasporto si sono influenzati a vicenda al punto da non riuscire a immaginare la trasformazione dell'una distinta dall'altra. In [1][2][3] è presentata una disamina delle innovazioni avvenute nei trasporti nel corso dei secoli con i relativi attributi prestazionali, secondo i principi di rivoluzione ed evoluzione (Fig. 1).

In particolare, per rivoluzione si intende un insieme di innovazioni nei sistemi di trasporto che hanno prodotto/consentito cambiamenti sociali significativi, si sono verificate in un arco di tempo relativamente limitato e hanno orientato le successive evoluzioni; queste, al contrario, si sono sviluppate in un periodo di tempo più lungo, portando miglioramenti sulle prestazioni dei sistemi di mobilità ma

**Summary** - The profile of cities has undergone significant transformations throughout history and one of the key factors through which to read these changes is represented by the birth and evolution of the different forms of mobility in history (six transport revolutions). Every technological and organisational innovation in transport has influenced the urban structure; from the compact pre-industrial city model of the wagon to the railway city, to the suburban spread of the automobile city. Similarly, the seventh transport revolution, currently underway, driven by decarbonisation and energy transition, autonomous and connected vehicles and new digital mobility services, has the potential to generate spatial and functional transformations of the urban environment, reaching the post-automobile city or mobility services. In this article, we will describe the effects of the six transport revolutions on the urban structure, with a look at the city of the future and the challenges it will face.

#### 1. Introduction

Over the centuries, the urban conformation and the evolution of transport systems have influenced each other to the point of being unable to imagine the transformation of one different from the other. In [1][2][3] there is an examination of the innovations that have occurred in transport over the centuries with their performance attributes, according to the principles of revolution and evolution (Fig. 1).

In particular, revolution means a set of innovations in transport systems that have produced/allowed significant social changes, have occurred in a relatively limited period of time and have guided subsequent evolutions; these, on the contrary, have developed over a longer period of time, bringing improvements in the performance of mobility systems but not significant socio-economic changes in the context in which they took place. The revolutions of transport

(\*) Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti e Osservatorio SUNRISE del MOST.

(\*\*) Dipartimento di Architettura, Università Federico II.

(\*) Transport Technological National Cluster and SUNRISE of the MOST Observatory.

(\*\*) Department of Architecture, University Federico II.

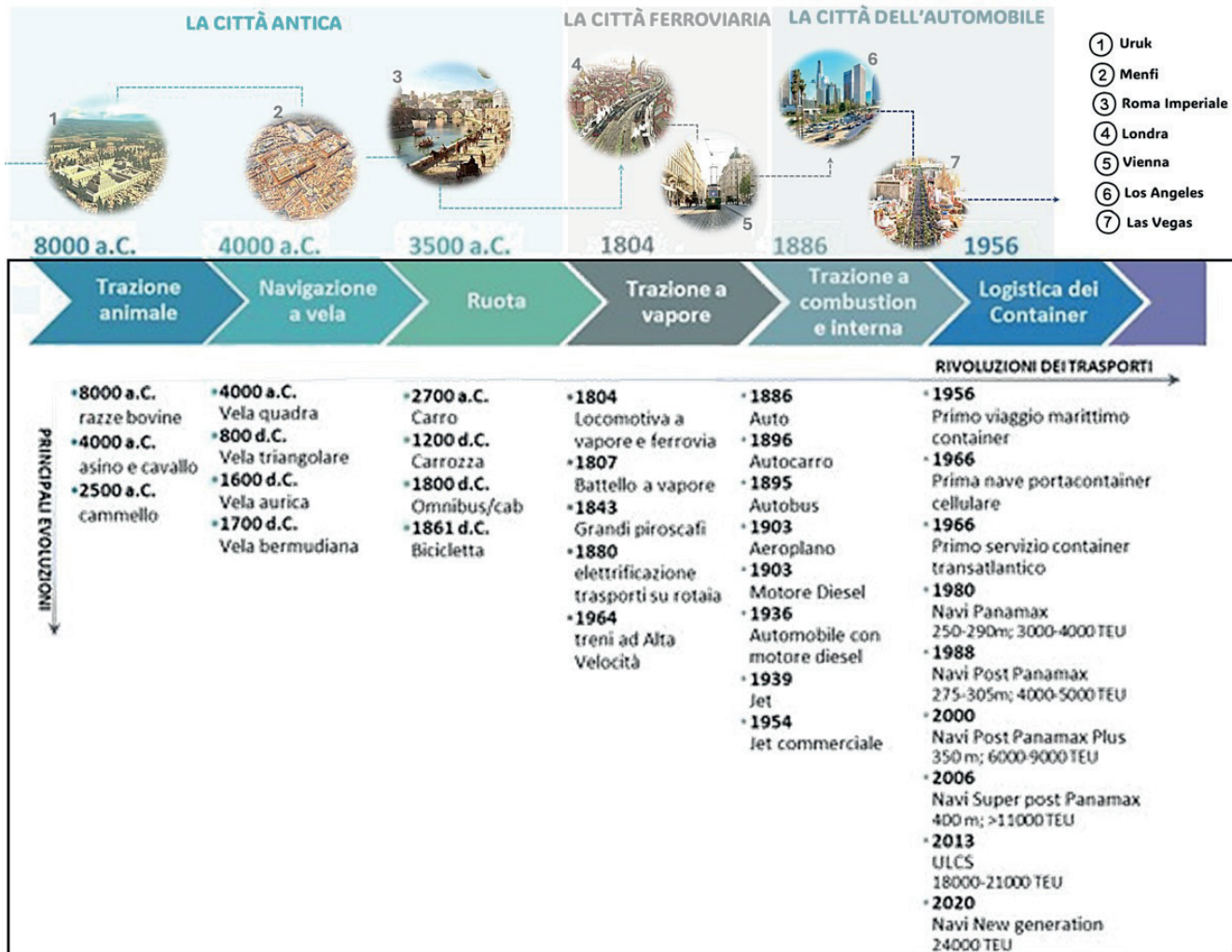


Figura 1 – Timeline delle sei rivoluzioni e delle evoluzioni principali della storia dei trasporti dall’8000 a.C. ad oggi, con esempi di aree urbane esemplificative di tali rivoluzioni.

Figure 1 – Timeline of the six revolutions and the main evolutions in the history of transport from 8000 BC to date, with examples of urban areas that exemplify these revolutions.

non significative modifiche socioeconomiche del contesto nel quale avvenivano. Le rivoluzioni dei sistemi di trasporto sono state spesso caratterizzate da due elementi: i. eterogenesi dei fini, l’innovazione viene generata da esigenze diverse rispetto al trasporto e/o conduce a forme di trasporto assolutamente non previste nelle prime fasi di adozione di quella innovazione; ii. super additività rispetto alle tecnologie precedenti, si intende che l’effetto della innovazione si aggiunge a quelli precedenti superando la “somma” degli effetti individuali. Nel seguito faremo riferimento ad una tecnologia che simboleggia l’innovazione anche se l’innovazione riguarda tutto il sistema del trasporto: infrastrutture, organizzazione, normative, mercati.

Dalla trazione animale nell’8000 a.C., alla navigazione a vela, sino all’invenzione della ruota e alle successive trazioni a vapore ed a combustione interna nella prima metà del 1900, se si pensa alle sei rivoluzioni dei trasporti, è inevita-

systems have often been characterised by two elements: i. heterogenesis of objectives, the innovation is generated by different needs with respect to transport and/or leads to forms of transport absolutely unforeseen in the early stages of adoption of that innovation; ii. super additivity with respect to previous technologies, is understood as the effect of innovation is added to previous ones exceeding the “sum” of individual effects. Below we will refer to a technology that symbolises innovation even if the innovation concerns the entire transport system: infrastructure, organisation, regulations, markets.

From animal traction in 8000 BC, to sailing, to the invention of the wheel and the subsequent steam and internal combustion tractions in the first half of the twentieth century, if we think of the six transport revolutions, it is inevitable to compare them with the different conformation of cities over the centuries. Just think of the first settled civilisations,

bile confrontarle con la diversa conformazione delle città nel corso dei secoli. Basti pensare alle prime civiltà stanziali, che si sono sviluppate in prossimità di fiumi e coste, affinché potessero avere scambi commerciali con i territori circostanti, come nel caso delle città sorte nel bacino del Mediterraneo, lungo il Nilo o nella “mezza luna fertile”, in cui il trasporto per via d’acqua garantiva maggiore velocità su distanze più lunghe rispetto a quello terrestre, soprattutto in assenza di una rete viaria strutturata. Oppure, alla costruzione delle prime città greche di forma radiale, con rete stradale ortogonale, nel V secolo a.C.; conformazione mantenuta dai romani insieme all’esigenza di costruire le proprie città strategicamente lungo coste, fiumi o altre vie d’acqua per sfruttare i vantaggi naturali del commercio a vela e del trasporto marittimo. Anche la presenza di mura intorno alla città è già presente negli schemi urbanistici di alcune città greche (es. Megara, Corinto, ecc.) e verrà poi ripresa nel Medioevo a scopo difensivo. La maggior parte del trasporto terrestre in epoca antica avveniva attraverso carri a trazione animale, la cui velocità di percorrenza ha influenzato il diametro massimo della città preindustriale. Agglomerato urbano e rete infrastrutturale, infatti, continueranno ad influenzarsi reciprocamente anche durante il Medioevo ed il successivo Rinascimento. La conformazione della città medioevale vede per lo più l’urbanizzazione dei crinali nelle zone collinari, dove le mura sono combinate con l’innalzamento del centro abitato per scopi difensivi; mentre una struttura urbana caratterizzata da un perimetro tendente al circolare con un doppio sistema stradale concentrico o radiale, ripresa dagli schemi dell’antica Grecia, ricorre prevalentemente in pianura. Durante il Rinascimento, tale geometria perderà il ruolo prettamente difensivo degli insediamenti medioevali, a favore di un nuovo concetto di urbanistica che vede nella realizzazione della “città ideale” il suo scopo. La simmetria e il rispetto delle proporzioni, ripresi dalla cultura classica, divennero elementi chiave nel disegno urbano per l’intero Rinascimento, in cui la città era disegnata privilegiando e risaltando le piazze che dovevano restituire un senso di ordine e di bellezza, come per esempio la piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo. In definitiva, fino alla fine del XVIII secolo, le città hanno cambiato forma e struttura, ma conservando sempre i limiti imposti dalle tecnologie di trasporto disponibili che sono rimaste sostanzialmente invariate, a meno di evoluzioni, per oltre 5000 anni. Questi limiti si sono modificati all’inizio XIX secolo.

L’avvento del motore a vapore e della ferrovia comportò una vera e propria rivoluzione nei trasporti, cambiando radicalmente il modo in cui le persone si spostavano dentro e fuori la città. L’introduzione delle ferrovie si dimostrò un metodo efficiente e veloce per superare le lunghe distanze, contribuendo in maniera significativa allo sviluppo economico della società e all’espansione degli insediamenti. Le ferrovie divennero, quindi, il cuore pulsante di molte città, tra cui Londra, Parigi e Berlino, connettendo le comunità e semplificando lo scambio di merci. Inevitabilmente si stravolge la struttura dell’urbano conosciuto, che si concentra ora intorno alle grandi infrastrutture fer-

*which developed near rivers and coasts, so that they could have commercial exchanges with the surrounding territories, as in the case of the cities that arose in the Mediterranean basin, along the Nile or in the “fertile half-moon”, where transport by water guaranteed greater speed over longer distances than land, especially in the absence of a structured road network. Or, the construction of the first radial shaped Greek cities, with an orthogonal road network, in the 5<sup>th</sup> century BC; a conformation maintained by the Romans together with the need to build their own cities strategically along coasts, rivers or other waterways to exploit the natural advantages of sailing trade and maritime transport. The existence of walls around the city is also already present in the urban plans of some Greek cities (e.g. Megara, Corinth, etc.) and will then be taken up again in the Middle Ages for defensive purposes. Most land transport in ancient times took place through animal-drawn wagons, the speed of which affected the maximum diameter of the pre-industrial city. Urban agglomeration and infrastructure network, in fact, will continue to influence each other even during the Middle Ages and the subsequent Renaissance. The conformation of the medieval city mostly sees the urbanisation of the ridges in the hilly areas, where the walls are combined with the raising of the inhabited centre for defensive purposes; while an urban structure recurs mainly in the plain characterised by a perimeter tending to a circular shape with a double concentric or radial road system, taken from the schemes of ancient Greece. During the Renaissance, this geometry lost the purely defensive role of medieval settlements, in favour of a new concept of urban planning that sees the creation of the “ideal city” as its objective. Symmetry and respect for proportions, taken from classical culture, became key elements in the urban design for the entire Renaissance, in which the city was designed by privileging and highlighting the squares that had to return a sense of orderliness and beauty, such as the Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo. Ultimately, until the end of the eighteenth century, cities changed shape and structure, but always preserving the limits imposed by available transport technologies that have remained substantially unchanged for over 5000 years, except for evolutions. These limits changed at the beginning of the 19<sup>th</sup> century.*

*The advent of the steam engine and the railway led to a real revolution in transport, radically changing the way people moved in and out of the city. The introduction of railways proved to be an efficient and fast method of overcoming long distances, contributing significantly to the economic development of society and the expansion of settlements. Railways therefore became the beating heart of many cities, including London, Paris and Berlin, connecting communities and simplifying the exchange of goods. Inevitably, the structure of the known urban area is revolutionised, which is now concentrated around large railway infrastructures and industrial centres; the concept of built-up area changes, we see a city that expands more and more towards the outskirts with the birth of suburbs and new centres that were previously absent, railway stations. This represents a crucial moment in urban evolution, since many of these stations*

roviarie ed ai poli industriali; cambia la concezione di abitato, vediamo una città che si espande sempre più verso la periferia con la nascita dei sobborghi e di nuove centralità prima assenti, le stazioni ferroviarie. Ciò rappresenta un momento cruciale nell'evoluzione urbana, poiché molte di queste stazioni, nel tempo, hanno poi perso la loro funzione, passando dall'essere luoghi centrali a divenire vuoti urbani ([4][5]). Questo ha contribuito a una maggiore espansione urbana, ma anche alla separazione tra le aree residenziali e quelle industriali. Tutto ciò ha portato a ridisegnarne la geografia dello spazio urbano aprendo alla necessità di regolamentare tale trasformazione attraverso la redazione dei primi Piani Regolatori.

Nel XX secolo, con l'avvento del motore a combustione interna e dell'automobile, la forma della città cambia di nuovo in modo sostanziale: da un modello compatto e concentrato ad uno più diffuso e decentrato. Ciò ha portato a una maggiore separazione tra lavoro, residenza e tempo libero. Le città si espandono in modo disorganico, con un maggiore impatto sull'ambiente e sul consumo di territorio ([6][7]).

Con la settima rivoluzione dei trasporti ([1][3]) assisteremo probabilmente ad un ulteriore cambio di rotta. Vi è una combinazione di innovazioni lungo tre principali direttrici: decarbonizzazione, guida autonoma e connessa e la disponibilità di informazioni e servizi innovativi basati sugli sviluppi della ICT, la smart mobility. Gli esiti di questa settima rivoluzione, come è sempre successo nella storia dei trasporti, non sono ad oggi compiutamente prevedibili. È, tuttavia, molto probabile che cambierà il modo di muoversi nelle città e soprattutto il ruolo dell'automobile e, più in generale dei veicoli stradali; questo avrà di nuovo impatti sulla forma e l'uso degli spazi urbani.

L'oggetto di questo articolo è quello di analizzare brevemente come le innovazioni alla base delle sei rivoluzioni dei trasporti hanno influenzato la localizzazione e la struttura delle città nella storia per arrivare a descrivere i possibili impatti delle innovazioni collegate alla settima rivoluzione sulla mobilità urbana, la sua sostenibilità e la struttura stessa delle città.

L'articolo è organizzato come segue. Nel paragrafo 2 si propone uno schema interpretativo degli impatti che le prime sei rivoluzioni dei trasporti hanno avuto sulla configurazione dell'urbano; nel paragrafo 3, dopo una breve overview delle tre direttrici principali della settima rivoluzione in atto, si provano a delineare possibili scenari futuri a partire da come la diversa fruizione dell'automobile inciderà sul consumo dello spazio urbano, passando per la nuova struttura dei servizi di trasporto collettivo e i sistemi MaaS (Mobility-as-a-Service); alcune osservazioni conclusive sono, infine, riportate nel paragrafo 4.

## **2. Le prime sei rivoluzioni dei trasporti e i loro impatti sulle città**

Dalla nascita della vita umana sulla terra, l'uomo si è spostato a piedi per circa 300.000 anni, fino all'avven-

*have then lost their function over time, going from being central places to becoming empty cities ([4][5]). This has contributed to greater urban expansion, but also to the separation between residential and industrial areas. All this has led to redesigning the geography of urban space, opening up to the need to discipline this transformation through the drafting of the first Regulatory Plans.*

*In the twentieth century, with the advent of the internal combustion engine and the car, the shape of the city changed again in a substantial way: from a compact and concentrated model to a more widespread and decentralised one. This led to a greater separation between work, residence and leisure. Cities expand in a disorganised fashion, with a greater impact on the environment and the consumption of territory ([6][7]).*

*With the seventh transport revolution ([1][3]) we will probably witness a further change of course. There is a combination of innovations along three main lines: decarbonisation, autonomous and connected driving and the availability of innovative information and services based on developments in ICT, smart mobility. The results of this seventh revolution, as has always happened in the history of transport, are not fully predictable to date. However, it is very likely that the way of moving in cities and above all the role of the car and, more generally, of road vehicles will change; this will again have impacts on the modality and use of urban spaces.*

*The aim of this article is to briefly analyse how the innovations behind the six transport revolutions have influenced the location and structure of cities in history to then describe the possible impacts of the innovations on urban mobility related to the seventh revolution, its sustainability and the very structure of cities.*

*The article is organised as follows. Paragraph 2 proposes an interpretative scheme of the impacts that the first six transport revolutions have had on the urban configuration; in paragraph 3, after a brief overview of the three main directions of the seventh revolution in progress, we try to outline possible future scenarios starting from how the different use of the car will affect the consumption of urban space, passing through the new structure of collective transport services and MaaS (Mobility-as-a-Service) systems; finally, some concluding observations are reported in paragraph 4.*

### **2. The first six transport revolutions and their impacts on cities**

*From the birth of human life on earth, man moved on foot for about 300,000 years, until the advent of agriculture and sheep farming that led to the intuition that animals could also be used as a driving force. This can be defined as the first transport revolution. The second revolution came when man understood that the wind could move sailboats; this revolution with its evolutions over the millennia allowed Europe to discover the rest of the world from Columbus' voyage to America in 1492, to James Cook's voyage to*

to dell'agricoltura e della pastorizia che hanno portato all'intuizione di poter utilizzare gli animali anche come forza motrice. Questa può essere definita come la prima rivoluzione dei trasporti. La seconda rivoluzione c'è stata quando l'uomo ha capito che il vento poteva muovere le barche a vela; tale rivoluzione con le sue evoluzioni nel corso dei millenni ha permesso all'Europa di scoprire il resto del mondo a partire dal viaggio di Colombo alla volta dell'America nel 1492, fino al viaggio di James Cook in Australia e Nuova Zelanda alla fine del XVIII secolo. La terza rivoluzione si ha con l'avvento della ruota che permetteva di sostituire al trascinamento il più agevole moto di rotolamento. Dalla ruota al carro trainato da cavalli il passo fu molto breve e ciò ha rappresentato una innovazione molto significativa. Nessuna ulteriore rivoluzione dei trasporti vi fu per circa 5500 anni. Tra il 3500 a.C. fino alla fine del 700, arco temporale in cui vi sono stati evoluzioni culturali ed eventi storici fondamentali, le diverse civiltà, oltre che spostarsi a piedi, potevano beneficiare della trazione animale, della ruota e della navigazione a vela per i loro viaggi. Queste prime tre rivoluzioni hanno influito significativamente sugli insediamenti umani che chiamiamo città.

Se si pensa che le città sono possibili perché gruppi di persone possono vivere vicine ed essere approvvigionate con prodotti dell'agricoltura e della pastorizia che vengono da zone decentrate rispetto all'insediamento urbano vero e proprio, si comprende come il trasporto abbia inciso prepotentemente nella nascita e nello sviluppo delle prime forme di città.

Dal punto di vista più generale, al di là delle diverse strutture urbane, le tecnologie e le forme di trasporto influenzano le città nel corso della storia in due modi diversi:

- 1) le dimensioni massime, i diversi luoghi della città devono essere raggiungibili dagli abitanti e dalle merci in un tempo che viene considerato accettabile;
- 2) i collegamenti della città con l'esterno, ossia i diversi punti del territorio che la "alimentano" e le altre città per gli scambi commerciali.

Sotto il primo profilo, è difficile risalire oggi ai tempi di spostamento considerati accettabili nelle diverse fasi storiche. È, tuttavia, possibile effettuare una forma di "reverse engineering", ossia confrontare le dimensioni delle città storiche con la velocità commerciale delle tecnologie di trasporto nelle diverse epoche per risalire a tali tempi. Da questo punto di vista, da qualche decennio, la letteratura si è occupata del tema del Travel Time Budget (TTB). Tale parametro, rappresenta il tempo che si è disposti a dedicare ogni giorno al viaggio. Come definito da [8], grazie al fatto che dalle diverse ricerche fatte negli ultimi decenni è risultato essere stabile intorno l'ora, il TTB è spesso considerato una costante universale. Lavoro pioniere in questo ambito è [9] che ha stimato il TTB nelle principali città degli Stati Uniti. Lo stesso ordine di grandezza si ritrova nei successivi lavori dello stesso autore ([10][11]), seguito da [12] che stima di un TTB pari a circa 430 ore per

*Australia and New Zealand at the end of the 18<sup>th</sup> century. The third revolution took place with the advent of the wheel that allowed replacing dragging with the easier rolling motion. From the wheel to the horse-drawn wagon was a very short step and this represented a very important innovation. There was no further transport revolution for about 5,500 years. Between 3500 BC until the end of the 18<sup>th</sup> century, a time span in which there were cultural evolutions and fundamental historical events, the different civilisations, could benefit from animal traction, wheel and sailing for their journeys in addition to moving on foot. These first three revolutions have significantly affected the human settlements we call cities.*

*If we think that cities are possible because groups of people can live close and be provided with agricultural and sheep farming products that come from areas that are decentralised with respect to the actual urban settlement, we can understand how transport has had a major impact on the birth and development of the first forms of cities.*

*From a more general point of view, beyond the different urban structures, technologies and forms of transport influence cities throughout history in two different ways:*

- 1) *the maximum dimensions, the different places of the city must be accessible by the inhabitants and by goods in a timeframe that is considered acceptable;*
- 2) *the city's connections with the outside world, that is, the different points of the territory that "feed" it and the other cities for trade.*

*From the first point of view, it is difficult to go back today to the travel times considered acceptable in the different historical phases. We can however carry out a form of "reverse engineering", that is, to compare the size of historical cities with the commercial speed of transport technologies in different eras so as to go back to those times. From this point of view, literature has been dealing with the subject of Travel Time Budget (TTB) for a few decades. This parameter represents the time you are willing to spend each day on the journey. As defined by [8], thanks to the fact that the various research done in recent decades has turned out to be stable around the hour, the TTB is often considered a universal constant. Pioneering work in this area is [9] that has estimated the TTB in major US cities. The same order of magnitude is found in subsequent works by the same author ([10][11]), followed by [12] that estimates a TTB of about 430 hours per person per year, [13] which reports a range ranging from 50 minutes to 1.1 hours per person per day, [14] which provides a value of 1.3 hours per person per day and [15] which calculates a TTB of 1.1 hours per person per day. If the average is stable around the hour, the estimated standard deviation may vary over a wide range depending on the analysed context. However, in general, it can be said that it is all the greater, the greater the distances to be travelled (and, therefore, the size of the city considered) and is strongly influenced by the modal distribution of the context in question, an extensive urban model vs. an intensive urban model [16]. There are more recent works that confirm these*

persona all'anno, [13] che parla di un range che va da 50 minuti a 1,1 ore per persona al giorno, [14] che fornisce un valore di 1,3 ore per persona al giorno e [15] che calcola un TTB pari a 1,1 ore per persona al giorno. Se la media è stabile intorno all'ora, la deviazione standard stimata può variare in un range ampio a seconda del contesto analizzato. Tuttavia, in generale, si può affermare che è tanto maggiore quanto maggiori sono le distanze da percorrere (e, dunque, le dimensioni della città considerata) ed è fortemente influenzata dalla ripartizione modale del contesto in esame, modello urbano estensivo vs. modello urbano intensivo [16]. Non mancano lavori più recenti che confermano queste stime ([17][18]) e, come i loro predecessori, evidenziano il rapporto di questo parametro con la forma delle città e la pianificazione urbanistica. Dunque, pur non negando il fatto che il TTB possa essere influenzato da vari fattori, tra cui l'accessibilità dei trasporti, le politiche urbane e le preferenze individuali, rimane innegabile l'evidenza empirica consolidatasi negli ultimi decenni rispetto al tempo che ogni persona dedica al viaggio in un giorno. Si può parlare, dunque, della 'città di un'ora', principio secondo cui gli insediamenti si sviluppano con dimensioni massime compatibili con la distanza percorribile in un'ora, ovviamente in relazione al sistema di trasporto più utilizzato in quel determinato momento storico. Tale fenomeno può essere modellato come segue. Se si fa riferimento ad una circonferenza isotropa equivalente, ossia che racchiude la stessa area della città in questione, avremo che lo spostamento medio copre una distanza pari al raggio del cerchio; considerando il viaggio di andata e di ritorno, avremo il doppio del raggio e, dunque, il diametro del cerchio rappresenta la dimensione di riferimento.

A questo proposito, è importante citare il contributo del geografo ed economista tedesco Walter Christaller, padre della teoria delle località centrali che si basa sui concetti di 'portata' (range) e 'soglia' (threshold) per spiegare la distribuzione dei servizi e, di conseguenza, degli insediamenti [19]. La 'portata' si riferisce alla distanza massima che i consumatori sono disposti a percorrere per ottenere un determinato bene o servizio. La 'soglia' rappresenta la domanda minima necessaria per rendere economicamente sostenibile l'offerta di un bene o servizio. In un'epoca in cui il trasporto era prevalentemente a piedi o con mezzi a trazione animale, la distanza percorribile in un'ora diventava un fattore determinante per la 'portata' dei servizi. Christaller ha osservato che, in media, le persone erano disposte a camminare per circa un'ora per accedere ai beni e servizi essenziali; questo corrispondeva a circa 4 chilometri. Sebbene la teoria di Christaller sia stata formulata per contesti pre-industriali, attraverso il concetto di 'modulo' (ossia una struttura esagonale, in cui le località centrali sono disposte in una griglia regolare) ha trovato applicazione anche nella pianificazione regionale moderna come strumento per determinare la localizzazione ottimale dei servizi pubblici, come scuole, ospedali e centri commerciali allo scopo di rendere tali servizi accessibili a tutta la popolazione, minimizzando i tempi di percorrenza e massimizzando l'efficienza.

*estimates ([17][18]) and, like their predecessors, highlight the relationship of this parameter with the shape of cities and urban planning. Therefore, while not denying the fact that the TTB can be influenced by various factors, including transport accessibility, urban policies and individual preferences, the empirical evidence consolidated in recent decades regarding the time that each person dedicates to travel in a day remains undeniable. We can therefore speak of the 'one hour city', a principle according to which settlements develop with maximum dimensions compatible with the distance that can be travelled in an hour, obviously in relation to the most used transport system at that given historical moment. Such a phenomenon can be modelled as follows. If we refer to an equivalent isotropic circle, i.e. that encloses the same area of the city in question, the result will be that the average displacement covers a distance equal to the radius of the circle; considering the round trip, we will have twice the radius and, therefore, the diameter of the circle represents the reference dimension.*

*In this regard, it is important to mention the contribution of the German geographer and economist Walter Christaller, father of the theory of central locations that relies on the concepts of 'range' and 'threshold' to explain the distribution of services and, consequently, of settlements [19]. 'Range' refers to the maximum distance consumers are willing to travel to obtain a given good or service. The 'threshold' represents the minimum demand necessary to make the supply of a good or service economically sustainable. In an era when transport was mainly on foot or by animal-drawn vehicles, the distance that could be travelled in an hour became a determining factor for the 'range' of services. Christaller noted that, on average, people were willing to walk for about an hour to access essential goods and services; this corresponded to about 4 kilometres. Although Christaller's theory was formulated for pre-industrial contexts, through the concept of 'module' (i.e. a hexagonal structure, in which the central locations are arranged in a regular grid) it has also found application in modern regional planning as a tool to determine the optimal position of public services, such as schools, hospitals and shopping centres in order to make these services accessible to the entire population, minimising travel times and maximising efficiency.*

*From the second point of view, namely accessibility to the territory and other cities, it can be argued that for a large part of history, the cheapest and fastest way to travel and transport goods has been by waterways. In fact, with the only possible exception of the golden age of the Roman Empire, land transport infrastructures were particularly lacking, making land transport inconvenient and expensive. Cities therefore tended to be located on coasts or along navigable rivers.*

*These considerations are reflected in the analysis of the different forms of cities in history, at least until the fourth transport revolution connected to the birth of the railway.*

*After the last ice age, with the advent of agriculture, man abandoned the lifestyle of hunter-gatherer tribes of a few tens or hundreds of individuals and began to feel the need to settle near cultivated fields.*

Dal secondo punto di vista, ossia della accessibilità al territorio e alle altre città, si può argomentare che per una gran parte della storia, il modo più economico e veloce per viaggiare e trasportare merci è stato per le vie d'acqua. Infatti, con la sola possibile eccezione del periodo d'oro dell'Impero Romano, le infrastrutture per il trasporto terrestre sono state particolarmente carenti, rendendo il trasporto terrestre scomodo e costoso. Le città tendevano quindi ad essere localizzate sulle coste o lungo fiumi navigabili.

Queste considerazioni trovano riscontro nella analisi delle diverse forme di città nella storia, almeno fino alla quarta rivoluzione dei trasporti collegata alla nascita della ferrovia.

Dopo l'ultima glaciazione, con l'avvento della agricoltura, l'uomo abbandona lo stile di vita in tribù di cacciatori raccoglitori di poche decine o centinaia di individui e inizia a sentire l'esigenza di stabilizzarsi in prossimità dei campi coltivati.

I primi segni attribuibili a un processo di aggregazione di residenze negli antenati delle città possono essere individuati nelle regioni attorno al Mar Mediterraneo, in Mesopotamia, nell'area tra il Tigri e l'Eufrate rinominata "mezza luna fertile" che, grazie al suolo particolarmente rigoglioso, nel IV millennio a.C. conterà l'insediamento di circa cinquanta villaggi (Fig. 2). La nascita dei primi insediamenti permanenti, perlopiù agricoli, è strettamente legata alla presenza di corsi d'acqua, laghi, bacini e coste marine dove assistiamo anche alla nascita dei primi scambi commerciali tra i villaggi grazie alla navigazione a vela.

Uruk (Fig. 3), Ur (Fig. 4), e successivamente Nippur (Fig. 5), civiltà sumere della Babilonia meridionale sorte tra il 4000 a.C. ed il 3000 a.C., sono da considerarsi a tutti gli effetti tra i primi esempi di città antica, con una vera e propria organizzazione amministrativa, discostandosi dalla concezione di villaggio restituita sino a quel momen-

*The first signs attributable to an aggregation process of residences in the ancestors of the cities can be identified in the regions around the Mediterranean Sea, in Mesopotamia, in the area between the Tigris and the Euphrates renamed "fertile half-moon" which, thanks to the particularly lush soil, in the fourth millennium BC will have the settlement of about fifty villages (Fig. 2). The birth of the first permanent settlements, mostly agricultural, is closely linked to the presence of waterways, lakes, basins and marine coasts where we also witness the birth of the first commercial exchanges between villages thanks to sailing.*

*Uruk (Fig. 3), Ur (Fig. 4), and later Nippur (Fig. 5), Sumerian civilisations of southern Babylon that arose between 4000 BC and 3000 BC, are to be considered in all respects among the first examples of ancient cities, with a real administrative organisation, deviating from the concept of a village returned up to that time, thanks to great advances in architecture, urban planning and the ability to initiate commercial and cultural relations between them. Not surprisingly, the oldest wooden wheel found to date has been associated with the settlement of the city of Ur (Fig. 6).*

*The birth and development of the Egyptian civilisation (traditionally dated around 3100 BC) also took place along a waterway, the Nile River, which with its more than 6,000 km length represented the main source of water, nutrition and transport. The city in ancient Egypt was home to the palace and temple, where government and administration activities took place. It was also a point of collection of resources, both food and technical, and characterised by a strong specialisation in work. The city served as a place of ceremonies and socio-cultural exchanges, and the surrounding agricultural territory had to pay taxes in the form of subsistence goods, in exchange for the services and specialised products that the city offered. Among the first cities we find Thebes and Memphis (Fig. 7) which had a perimeter marked by a canal to allow boats from the Nile to circumnavigate it and easily reach the different points of the city.*

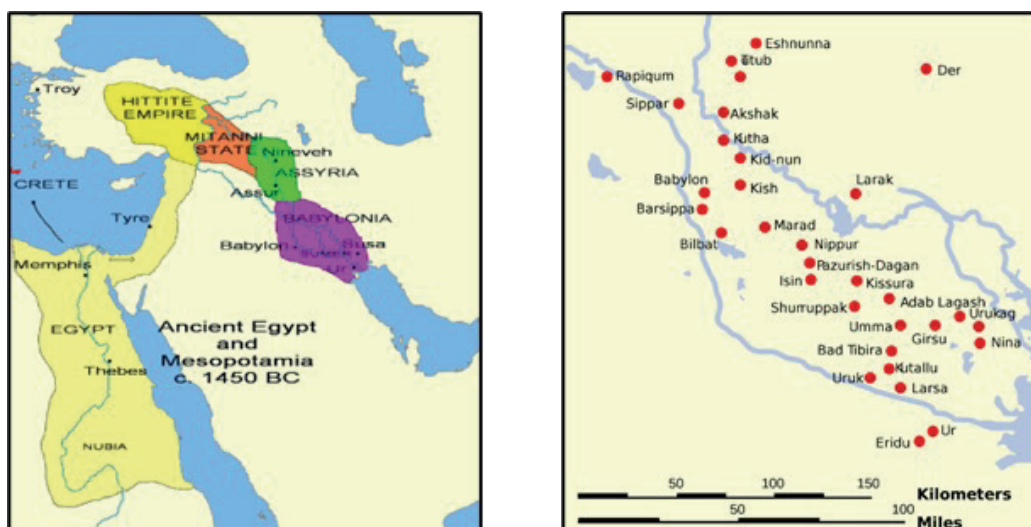


Figura 2 – Bacini di influenza e insediamenti al IV millennio a.C. in Mesopotamia [20].  
 Figure 2 – Basins of influence and settlements in the fourth millennium BC in Mesopotamia [20].

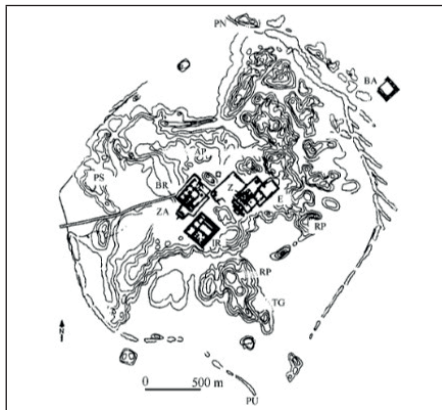


Figura 3 – Mappa storica delle città di Uruk [21].  
 Figure 3 – Historical map of the city of Uruk [21].



Figura 4 – Mappa storica delle città di Ur [22].  
 Figure 4 – Historical map of the city of Ur [22].



Figura 5 – Mappa storica delle città di Nippur [23].  
 Figure 5 – Historical map of the city of Nippur [23].

to, grazie ai grandi progressi nell'architettura, nell'urbanistica e alla capacità di avviare rapporti commerciali e culturali tra loro. Non a caso, la ruota in legno più antica ad oggi rinvenuta è stata associata all'insediamento della città di Ur (Fig. 6).

Anche la nascita e lo sviluppo della civiltà egizia (tradizionalmente datata intorno al 3100 a.C.) è avvenuto lungo un corso d'acqua, il fiume Nilo, che con i suoi oltre 6.000 km di estensione rappresentava la principale fonte di acqua, nutrimento e trasporto. La città nell'antico Egitto era sede del palazzo e del tempio, dove si svolgevano attività di governo e amministrazione. Era anche un punto di raccolta di risorse, sia alimentari che tecniche, e caratterizzata da una forte specializzazione nel lavoro. La città fungeva da luogo di cerimonie e di scambi socioculturali, e il territorio agricolo circostante doveva pagare tributi sotto forma di beni di sussistenza, in cambio dei servizi e dei prodotti specializzati che la città offriva. Tra le prime città ritroviamo Tebe e Menfi (Fig. 7) che aveva un perimetro segnato da un canale per consentire ai natanti provenienti dal Nilo di circumnavigarla e di raggiungere agevolmente i diversi punti della città.

Successivamente, nella civiltà greca, la pianificazione urbana iniziò a seguire principi geometrici e razionali, le città iniziarono ad essere caratterizzate da un impianto costituito da una rete stradale ortogonale, fatto di strade principali (plateiai) e strade secondarie (stenopoi), che divideva lo spazio in isolati quadrangolari regolari. Le città greche, come Mileto, furono tra le prime a essere costruite con una griglia regolare (Fig. 8). Il pianificatore urbano Ippodamo di Mileto (V secolo a.C.) è spesso considerato il padre della pianificazione ortogonale. Ad adottare la forma della polis greca saranno successivamente i romani (Fig. 9). Il modello greco adattato dai romani prevedeva l'uso di un piano a cardo (strada principale nord-sud) e decumano (strada principale est-ovest), creando un quadrato di isolati regolari.

Nell'età antica, il mezzo di trasporto terrestre più diffu-

Subsequently, in Greek civilisation, urban planning began to follow geometric and rational principles, cities began to be characterised by a system consisting of an orthogonal road network, made up of main roads (plateiai) and secondary roads (stenopoi), which divided the space into regular quadrangular blocks. Greek cities, such as Miletus, were among the first to be built with a regular grid (Fig. 8). The urban planner Hippodamus of Miletus (5<sup>th</sup> century BC) is often considered the father of orthogonal planning. Subsequently, the Romans will adopt the shape of the Greek polis (Fig. 9). The Greek model adapted by the Romans involved the use of a *cardo* (north-south main road) and *decumanus* (east-west main road) plan, creating a square of regular blocks.

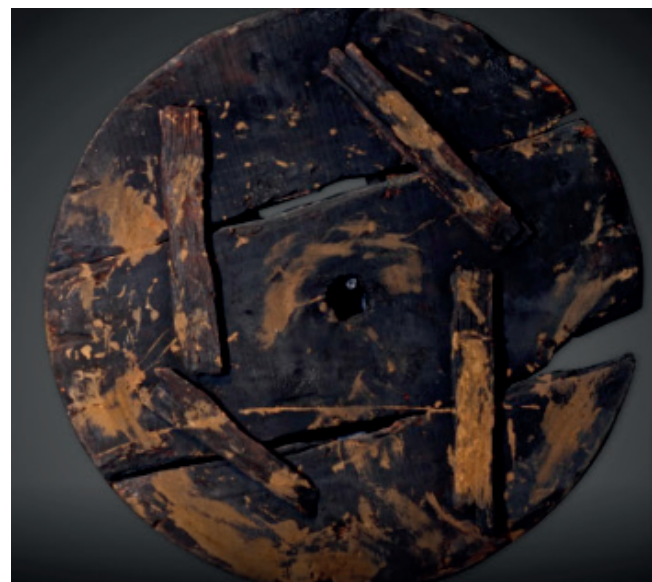


Figura 6 – La ruota di legno più antica della collezione di ruote dell'Heritage Transport Museum, proveniente dalla Mesopotamia [24].

Figure 6 – The oldest wooden wheel in the Heritage Transport Museum's wheel collection, from Mesopotamia [24].

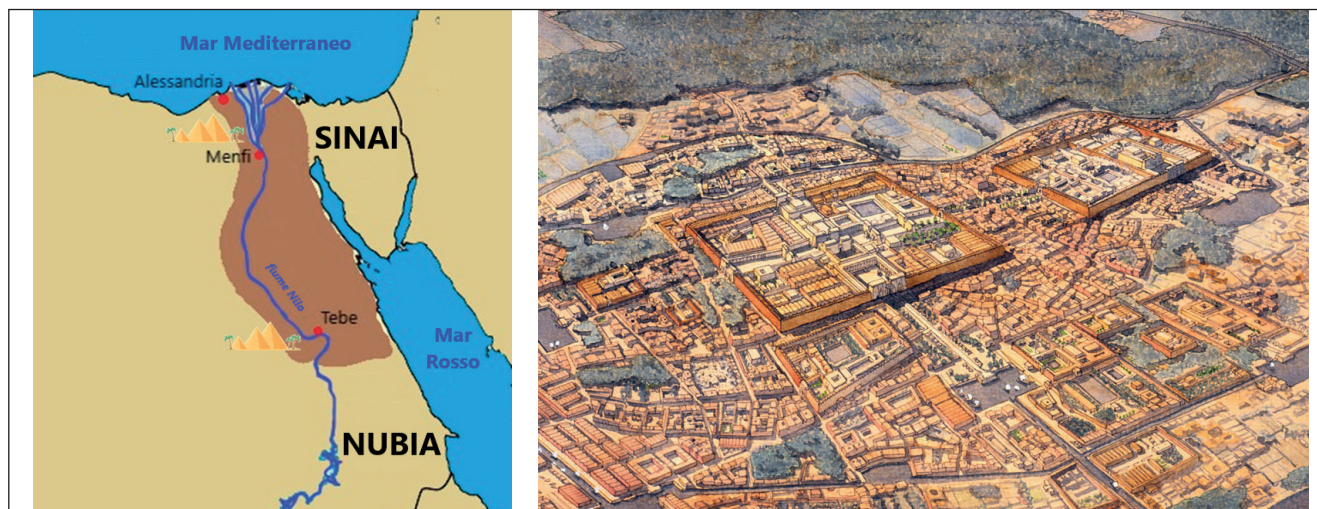


Figura 7 – A sinistra, una cartina dell’area in cui si è sviluppata la civiltà egizia lungo il Nilo; a destra una ricostruzione della città di Menfi nel IV secolo a.C. [25].  
 Figure 7 – On the left, a map of the area where the Egyptian civilisation developed along the Nile; on the right, a reconstruction of the city of Memphis in the fourth century BC [25].

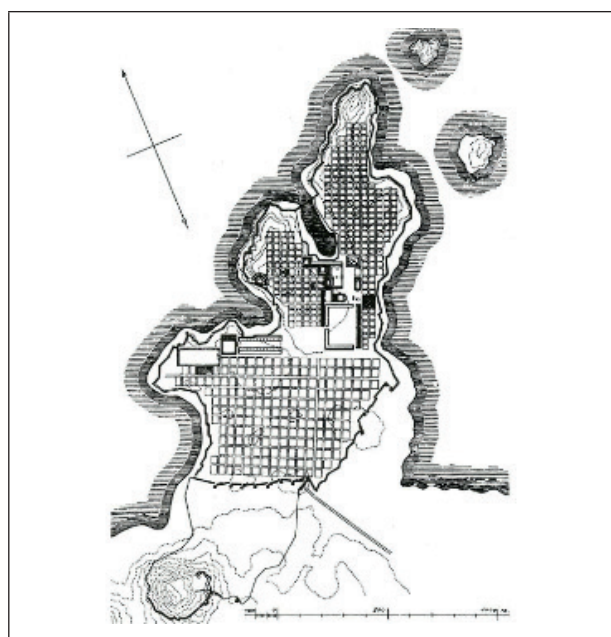


Figura 8 – La struttura ortogonale delle città di Mileto nel V secolo a.C. attribuito tradizionalmente a Ippodamo [26].  
 Figure 8 – The orthogonal structure of the cities of Miletus in the 5<sup>th</sup> century BC traditionally attributed to Hippodamus [26].

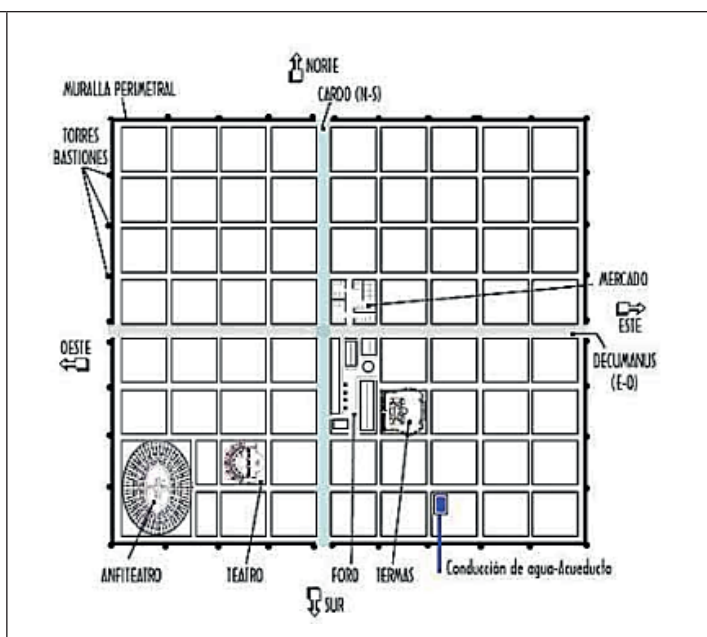


Figura 9 – La struttura ortogonale delle città di Roma [27].  
 Figure 9 – The orthogonal structure of the cities of Rome [27].

so era il carro. Se si pensa alla commistione con il traffico pedonale e la prevalenza di carri agricoli, spesso trainati da muli, rispetto al numero esiguo di carrozze dei nobili, si può far riferimento ad una velocità massima di 5 km/h; non a caso questa era la dimensione massima tra due punti opposti dell’area interna alle mura aureliane nel periodo

*In ancient times, the most common means of land transport was the wagon. If we think of the mix with pedestrian traffic and the prevalence of agricultural wagons, often drawn by mules, compared to the small number of carriages of the nobles, we can refer to a maximum speed of 5 km/h; it is no coincidence that this was the maximum size between two op-*

di massima espansione della Roma imperiale (Fig. 10). Inoltre, le città continuavano ad essere strategicamente situate lungo coste, fiumi o altre vie d'acqua per sfruttare i vantaggi naturali del commercio a vela e del trasporto marittimo. La Fig. 11 mostra come le principali città dell'Impero Romano fossero situate lungo fiumi e coste e le principali rotte del mar Mediterraneo.

Decaduto l'Impero Romano d'Occidente, seguiranno secoli di lotte e saccheggi che investiranno in particolare le grandi città. La popolazione, che sino a quel momento era concentrata in insediamenti lungo le coste e i corsi d'acqua, si sposta a poco a poco nell'entroterra sino a raggiungere le aree collinari e montuose. In questo contesto, un caso particolare che appare interessante citare è quello relativo all'evoluzione della città di Roma durante il Medioevo ([30][31]). Essa vede una concentrazione della popolazione principalmente lungo le rive del Tevere, dove l'accesso all'acqua era garantito. Infatti, il deterioramento degli acquedotti che un tempo avevano permesso l'approvvigionamento idrico della città, causato da una totale assenza di manutenzione, rendeva limitata la possibilità di insediamenti al di fuori delle aree vicine al fiume. Le aree all'interno delle mura aureliane, un tempo densamente popolate, si trasformarono in zone rurali o semirurali. Solo in seguito all'ambizioso programma di ripristino degli acquedotti voluto dal pontefice Sisto V, l'acqua raggiunse nuovamente le aree all'interno delle mura rendendole abitabili. Questo intervento favorì la riappropriazione di spazi urbani abbandonati e contribuì alla rinascita di Roma come importante centro culturale e politico. In generale, la nuova città medioevale, che a grandi linee ricorda l'insediamento di fondazione romana, vede un centro maggiormente consolidato che si espande verso le mura che la circondano, ampliando notevolmente le strade creando una sorta di raggiera. Concentrati sulle alture e non più sulla costa, questi nuovi insediamenti hanno una funzione difensiva e presentano una scarsa regolarità d'impianto dovuta ai castelli che proteggevano gli abitanti dai possibili attacchi esterni (Fig. 12). Dall'alto medioevo ci vengono restituiti i primi schemi urbanistici radiali, dove l'urbano presenta un perimetro tendente al circolare con un doppio sistema stradale concentrico. Il fatto che molti centri urbani fossero localizzati sulle alture ([32][33]), porterà al totale stravolgimento delle infrastrutture stradali: si perde la continuità dei tracciati delle strade romane a valle, a causa dell'assenza di manutenzione, buona parte dei ponti di collegamento realizzati in età romana non saranno più percorribili. Le nuove strade

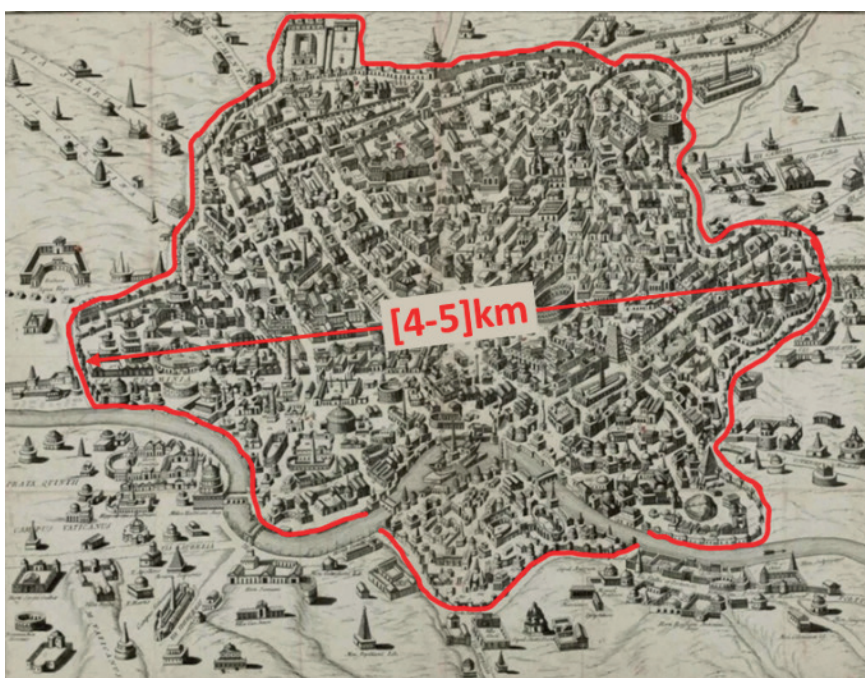


Figura 10 – Esempio di struttura della ‘città di un’ora’ nel III sec. d.C: La Roma imperiale e le mura aureliane (elaborazione degli autori su ‘Pianta della Roma imperiale disegnata da Franz Anton Schraemb a fine 700 [28]).

*Figure 10 – Example of the structure of the ‘one hour city’ in the 3<sup>rd</sup> century AD: Imperial Rome and the Aurelian walls (elaboration by the authors on ‘Plan of Imperial Rome drawn by Franz Anton Schraemb at the end of the 18<sup>th</sup> century[28]).*

*posite points of the area inside the Aurelian walls in the period of maximum expansion of imperial Rome (Fig. 10). In addition, cities continued to be strategically located along coasts, rivers or other waterways to exploit the natural advantages of the sailing trade and maritime transport. Fig. 11 shows how the main cities of the Roman Empire were located along rivers and coasts and the main routes of the Mediterranean Sea.*

*After the fall of the Western Roman Empire, centuries of fighting and looting will follow, affecting large cities in particular. The population, which until then was concentrated in settlements along the coasts and waterways, gradually moves inland until it reaches the hilly and mountainous areas. In this context, a particular case that seems interesting to mention is that relating to the evolution of the city of Rome during the Middle Ages ([30][31]). It sees a concentration of the population mainly along the banks of the Tiber, where access to water was guaranteed. In fact, the deterioration of the aqueducts that had once allowed the city’s water supply, caused by a total lack of maintenance, limited the possibility of settlements outside the areas near the river. The areas within the Aurelian walls, once densely populated, were transformed into rural or semi-rural areas. Only after the ambitious restoration programme of the aqueducts desired by Pope Sixtus V, did the water once again reach the areas within the walls, making them habitable. This intervention favoured the re-appropriation of abandoned urban spaces and contributed to*

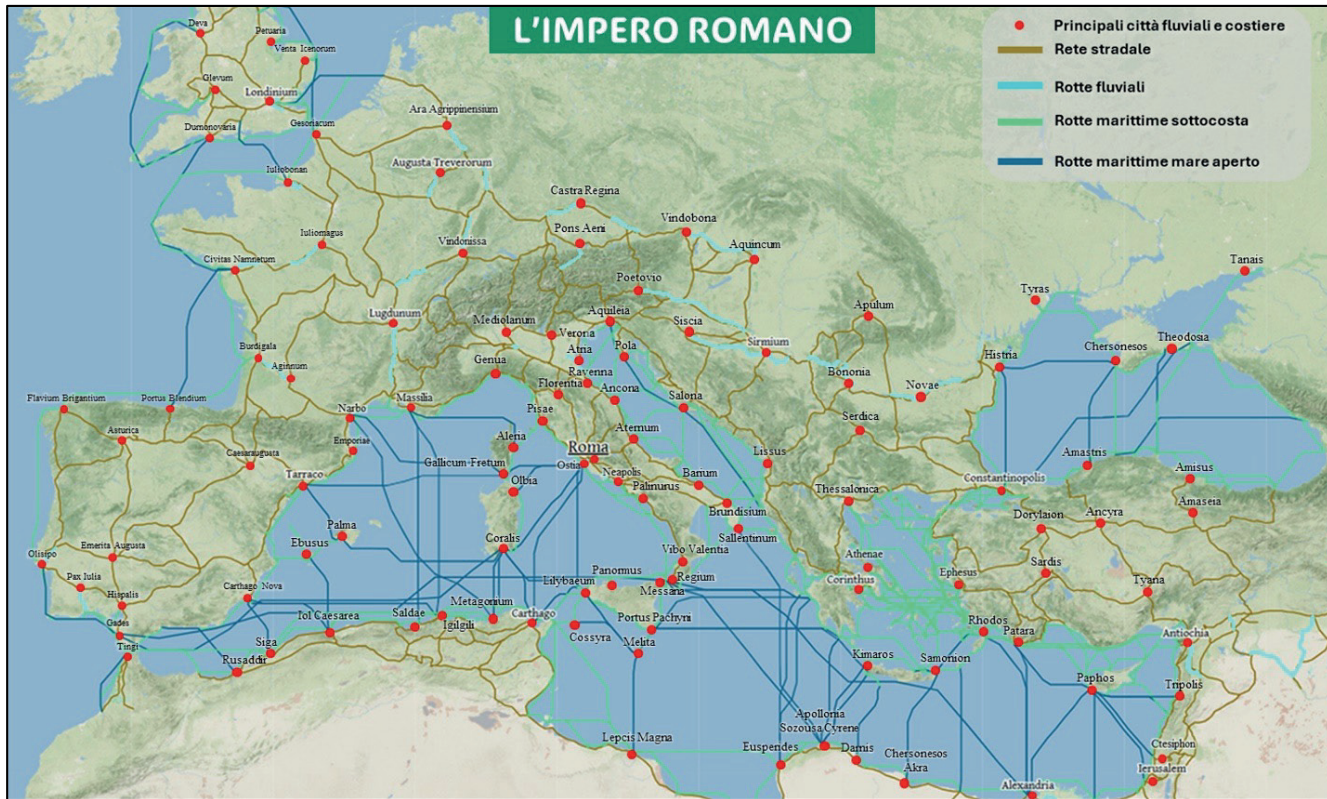


Figura 11 – L’Impero Romano nel suo periodo di massima espansione (elaborazione degli autori tramite [29]).  
 Figure 11 – The Roman Empire in its period of maximum expansion (elaboration of authors via [29]).

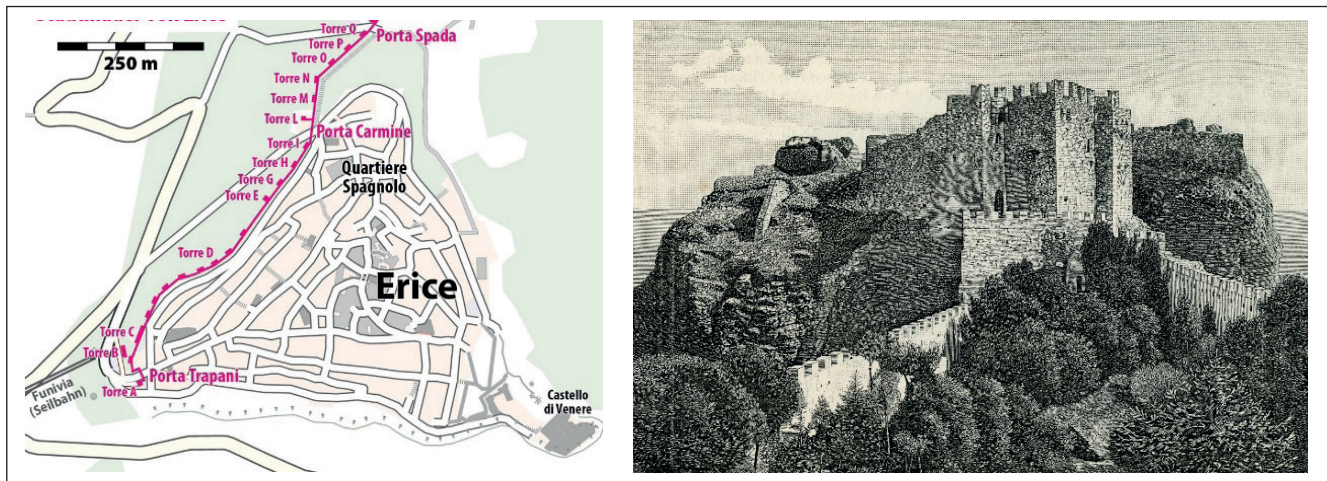


Figura 12 – Città di Erice. A sinistra una mappa delle antiche mura [34]; a destra una xilografia del Castello di Venere di Giuseppe Barberis al 1892 [35].  
 Figure 12 – City of Erice. On the left, a map of the ancient walls [34]; on the right, a woodcut of the Castle of Venus by Giuseppe Barberis in 1892 [35].

sono concepite per spostamenti brevi e sviluppate percorrendo i crinali montuosi con l’ausilio di animali. Queste, definite col nome di mulattiere, prevedevano spostamenti più brevi e sfruttavano l’andamento dei percorsi montuosi esistenti risultando strutturalmente più strette, ma soprattutto più economiche nella realizzazione.

the rebirth of Rome as an important cultural and political centre. In general, the new medieval city, which broadly recalls the settlement of the Roman foundation, sees a more consolidated centre that expands towards the walls surrounding it, greatly expanding the streets creating a sort of radius. Concentrated on the heights and no longer on the coast, these

Durante l'età comunale si assiste ad una vera e propria rinascita delle città, degli scambi commerciali e della rete stradale. I Comuni avevano pieno potere decisionale sulla realizzazione delle opere, cosa che ha portato gli amministratori dell'epoca a espandere e migliorare i collegamenti interni ed esterni alla propria municipalità al fine di favorire lo scambio di merci e il passaggio delle persone [36].

Con la scoperta dell'America si mette convenzionalmente fine all'età Medievale entrando in una nuova epoca, quella Rinascimentale, caratterizzata da un clima di vivace sviluppo ed innovazione in tutti i campi. Innovazione che investe anche l'urbano e il modo in cui è concepita la maglia delle strade di collegamento. Nel Rinascimento, si ridisegnano strade e città in una simmetria rigida e armoniosa che si sviluppa intorno alla piazza centrale e che esclude totalmente il concetto di espansione naturale che aveva caratterizzato gli insediamenti nei secoli precedenti. La concezione di città "razionali" raggiunse una nuova fase in cui architetti e urbanisti, influenzati dalle idee umaniste e scientifiche, cercarono di progettare città che fossero non solo funzionali, ma anche esteticamente armoniose e simboliche a pianta poligonale, circolare o stellata (Fig. 13). Assistiamo all'emergere delle cosiddette "città ideali", concepimenti teorici, che immaginavano città perfette e ordinate, spesso caratterizzate da piazze centrali, su cui affacciavano edifici che si susseguivano con un ritmo cadenzato, alternando palazzi nobiliari, di governo, giardini ornamentali e chiese. Dalle piazze centrali, circondate da quest'alternanza di edifici dalle ricche facciate, si diramavano ampi slarghi ed assi stradali rettilinei e simmetrici. Molte di queste città, come quelle progettate da Leon Battista Alberti o Filippo Brunelleschi, non furono mai realizzate in grande scala, ma influenzarono profondamente l'urbanistica del tempo. La simmetria e la geometria divennero elementi chiave nella pianificazione urbana. Le piazze centrali erano progettate per creare un senso di ordine e di bellezza, come la Piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo, che incorpora linee rette e cerchi concentrici (Fig. 14).

Ma anche in quest'epoca, senza ulteriori innovazioni in ambito trasportistico, le dimensioni delle città rimangono ridotte, con diametro massimo tra i 2 e i 3 km, come mostrato per le città di Roma e Firenze nelle Fig. 15 e Fig. 16.

Con la IV rivoluzione dei trasporti, avvenuta grazie all'invenzione del motore a vapore e quindi del trasporto su ferro, non è semplicemente cambiato il modo di spostarsi, ma si assiste a quella che è stata una delle innovazioni più significative per l'assetto socioeconomico, rendendo possibile lo sviluppo dell'industria e rivoluzionando il sistema dei trasporti e la pianificazione delle città. Grazie alla trazione a vapore, nel 1804 in Inghilterra, vengono costruite le prime locomotive che porteranno, ventuno anni dopo, alla realizzazione della prima linea ferroviaria commerciale, la "Stockton and Darlington railway". "In Inghilterra non esistono più distanze. Le comunicazioni anche tra città lontane, come Londra e Liverpool, sono diventate più facili

*new settlements have a defensive function and have a poor structure regularity due to the castles that protected the inhabitants from possible external attacks (Fig. 12). From the early Middle Ages, we are given the first radial urban plans, where the urban area has a perimeter tending to a circular shape with a double concentric road system. The fact that many city centres were located on the heights ([32][33]), will lead to the total upheaval of road infrastructures: the continuity of the paths of the Roman roads downhill is lost, due to the lack of maintenance, a good part of the connecting bridges built in the Roman age will no longer be viable. The new roads are designed for short journeys and developed along the mountain ridges with the help of animals. These, defined as mule tracks, provided for shorter journeys and exploited the trend of the existing mountain routes, resulting in structurally narrower, but above all cheaper constructions.*

*During the municipal age there was a true rebirth of cities, commercial exchanges and of the road network. The Municipalities had full decision-making power over the construction of the works, which led the administrators of the time to expand and improve the internal and external connections to their municipality in order to promote the exchange of goods and the passage of people [36].*

*With the discovery of America, the Medieval Age conventionally ends, entering a new era, the Renaissance, characterised by a climate of lively development and innovation in all fields. Innovation that also invests the city and the way in which the connecting roads network is conceived. In the Renaissance, streets and cities were redesigned in a rigid and harmonious symmetry that developed around the central square and totally excluded the concept of natural expansion that had characterised settlements in previous centuries. The concept of "rational" cities reached a new phase in which architects and urban planners, influenced by humanist and scientific ideas, tried to design cities that were not only functional, but also aesthetically harmonious and symbolic with a polygonal, circular or star-shaped plan (Fig. 13). We are witnessing the appearance of the so-called "ideal cities", theoretical concepts, which imagined perfect and orderly cities, often characterised by central squares, overlooked by buildings that followed one another with a cadenced rhythm, alternating noble palaces, government buildings, ornamental gardens and churches. From the central squares, surrounded by this alternation of buildings with rich facades, there were wide stretches and straight and symmetrical road axes. Many of these cities, such as those designed by Leon Battista Alberti or Filippo Brunelleschi, were never built on a large scale, but profoundly influenced the urban planning of the time. Symmetry and geometry became key elements in urban planning. The central squares were designed to create a sense of orderliness and beauty, such as the Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo, which incorporates straight lines and concentric circles (Fig. 14).*

*But even in this era, without further innovations in the field of transport, the size of cities remains small, with a maximum diameter between 2 and 3 km, as shown for the cities of Rome and Florence in Fig.15 and Fig. 16.*

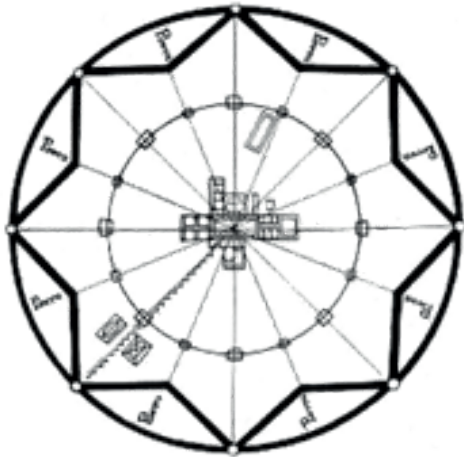


Figura 13 – Pianta della città ideale di Sforzinda, Trattato di Architettura di Antonio Averlino detto il Filarete, 1464 [37].  
 Figure 13 – Plan of the ideal city of Sforzinda, Treatise on Architecture by Antonio Averlino known as il Filarete, 1464 [37].

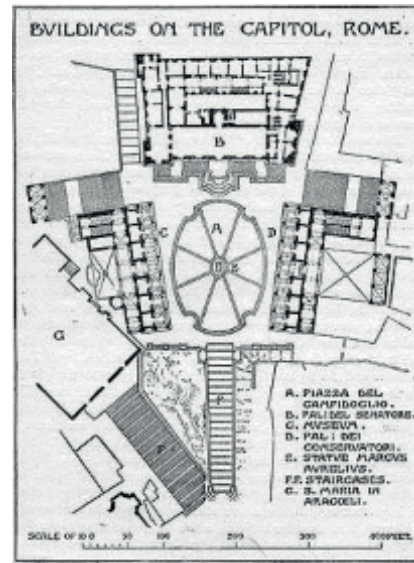


Figura 14 – Pianta di Piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo [38].  
 Figure 14 – Plan of Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo [38].

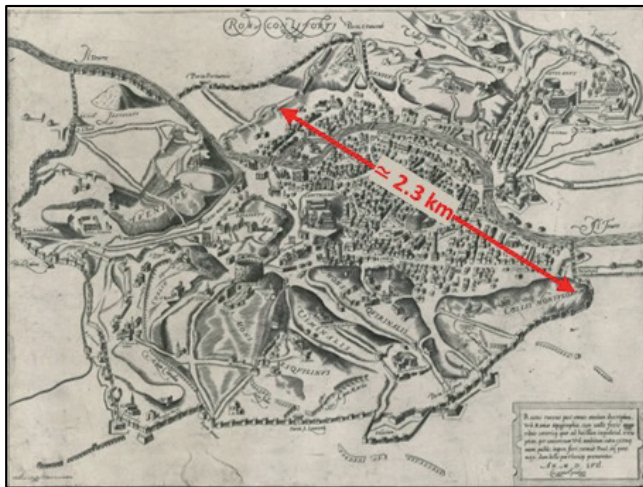


Figura 15 – Elaborazione degli autori su 'Pianta della città di Roma disegnata da Sebastiano del Re l'anno 1577 [28].

Figure 15 – Elaboration by the authors on 'Plan of the city of Rome drawn by Sebastiano del Re in the year 1577 [28].

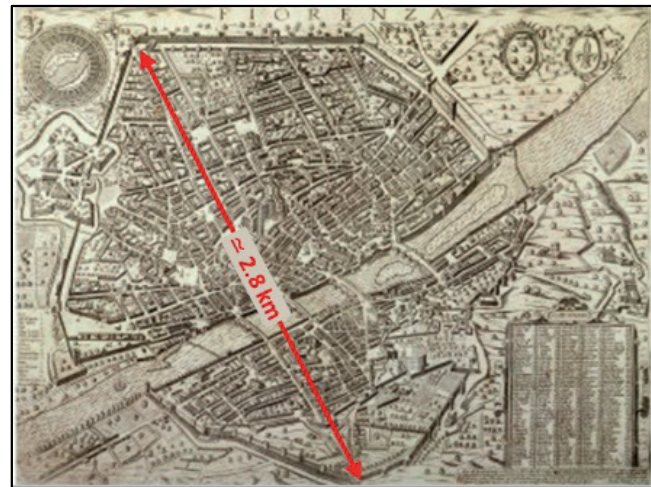


Figura 16 – Elaborazione degli autori su 'Pianta della città di Firenze disegnata da Matteo Florimi l'anno 1595 [39].

Figure 16 – Elaboration by the authors on 'Plan of the city of Florence drawn by Matteo Florimi in the year 1595 [39].

che tra quartieri diversi della stessa città. La posta parte da Londra due volte al giorno per quasi tutte le direzioni" scriveva Camillo Benso conte di Cavour nel suo diario [40].

In breve tempo, la diffusione delle ferrovie cambiò radicalmente il volto dell'ambiente urbano, dando vita a quella che sarà la forma urbana predominante della città occidentale nel periodo che va dalla metà del XIX secolo fino al periodo tra le due guerre mondiali. Nasce la città ferroviaria che spesso si sovrappone alla città storica. Come evidenziato da [41], in questo periodo, le città si

With the fourth Transport Revolution, which took place thanks to the invention of the steam engine and therefore of transport on rail, the travel mode did not simply change, but we witness what has been one of the most significant innovations for the socio-economic organisation, making the development of industry possible and revolutionising the transport system and city planning. Thanks to steam traction, in 1804 the first locomotives were built in England that led to the construction of the first commercial railway line twenty-one years later, the "Stockton and Darlington

sono espanse fino a una distanza di 20-30 km dal centro, seguendo i tracciati delle nuove linee ferroviarie. La caratteristica principale di questa forma di sviluppo urbano è la concentrazione intorno alle stazioni di trasporto pubblico di massa. La densità residenziale varia da 50 a 100 persone per ettaro e gli usi del suolo sono misti, con usi commerciali e ricreativi situati vicino alle stazioni ferroviarie o della metropolitana (Fig. 17).

Come mostrato da [43], le risposte teorico/progettuali più importanti allo sviluppo pervasivo e inarrestabile dell'urbano a cui si assiste in questo periodo sono la "Città industriale" proposta da Tony Garnier [44] e la "Città giardino" di Ebenezer Howard ([45][46]).

La prima pensata per 35.000 abitanti, era articolata per parti funzionali separando la zona industriale da quella residenziale di nuovo impianto, dal centro storico. Il nuovo quartiere residenziale si organizzava intorno ad un largo viale centrale disposto secondo l'asse elioteramico est-ovest e percorso dai mezzi pubblici sul quale si attestano i servizi pubblici. Il sistema infrastrutturale, stradale e ferroviario, è il fulcro del nuovo insediamento, mentre le grandi attrezzature urbane sono disposte nel territorio circostante. Gli elementi principali sono chiaramente distinti tra loro: la zona industriale è in pianura, nei pressi del fiume e della ferrovia; quella residenziale, una scacchiera molto allungata con il centro civico nella parte mediana, è ubicata su un terreno più elevato e separata dalle fabbriche mediante un'ampia area verde; l'ospedale e le altre attrezzature sanitarie disposte nella zona collinare a nord della città; le strade sono distinte secondo il tipo di traffico con netta separazione tra percorsi veicolari e pedonali (Fig. 18).

railway". "In England distances no longer exist. Communications also between distant cities, such as London and Liverpool, have become easier than between different neighbourhoods of the same city. Mail leaves London twice a day for almost all directions" wrote Camillo Benso, Count of Cavour, in his diary [40].

In a short time, the diffusion of railways radically changed the aspect of the urban environment, giving rise to what will be the predominant urban form of the western city in the period from the mid-nineteenth century to the period between the two world wars. The railway city is born, which often overlaps with the historic city. As evidenced by [41], in this period, cities expanded up to a distance of 20-30 km from the centre, following the paths of the new railway lines. The main feature of this form of urban development is the concentration around mass public transport stations. Residential density ranges from 50 to 100 people per hectare and land uses are mixed, with commercial and recreational uses located near train or subway stations (Fig. 17).

As shown by [43], the most important theoretical/design responses to the pervasive and unstoppable urban development witnessed in this period are the "Industrial City" proposed by Tony Garnier [44] and the "Garden City" by Ebenezer Howard ([45][46]).

The first, designed for 35,000 inhabitants, was divided into functional parts, separating the industrial area from the newly built residential area and from the historic centre. The new residential district was organised around a wide central avenue arranged according to the east-west heliothermic axis and traversed by public transport on which public services stop. The road and rail infrastructure system is the focus of the new settlement, while the large urban equipment is ar-

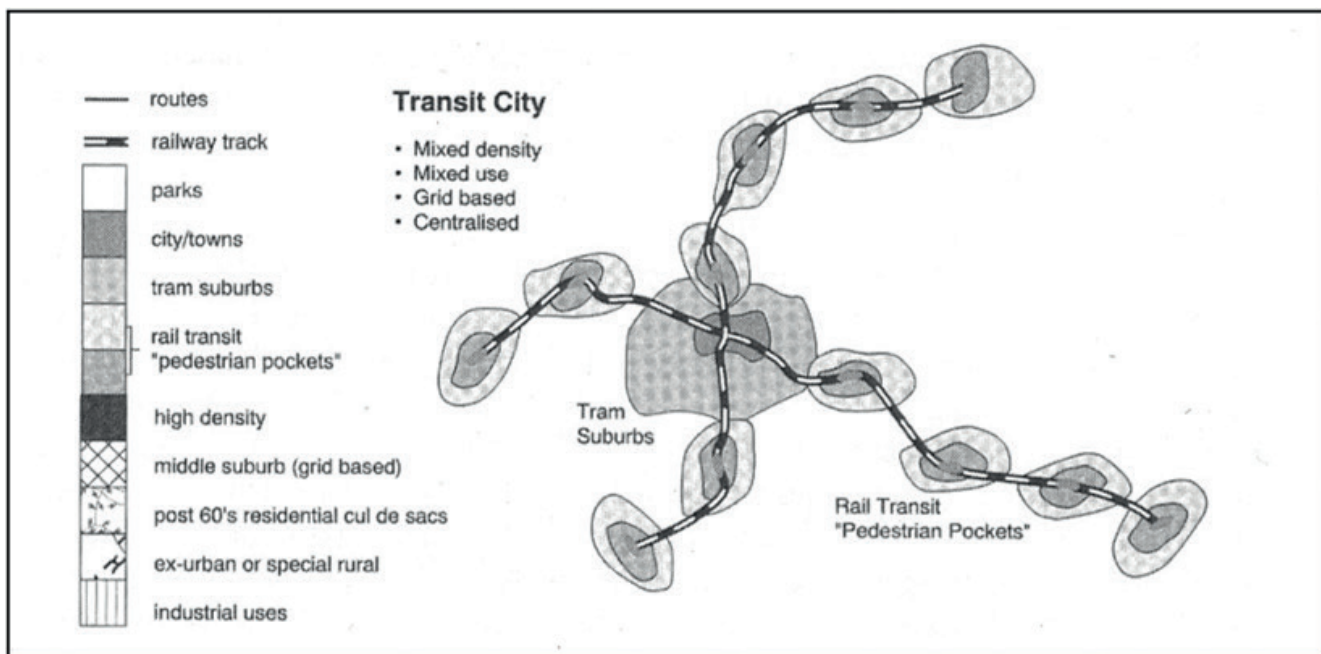


Figura 17 – Struttura della città ferroviaria [42].  
Figure 17 – Structure of the railway city [42].

Per quanto riguarda la città giardino di Howard, invece, la sua struttura prevedeva una città circondata da spazi verdi e terreni agricoli, con una pianificazione che promuove una bassa densità abitativa e un ambiente sano. Al centro della città vi era una zona residenziale, circondata da aree verdi e parchi, e oltre a queste, si trovano aree commerciali e industriali ben separate. La città è pensata per essere autosufficiente, con servizi e infrastrutture per i residenti, ma ben collegata alla città principale tramite una efficiente rete di trasporti (Fig. 19).

Ad ogni modo, entrambe miravano ad una riconciliazione tra l'ormai inarrestabile sviluppo tecnologico-industriale e i vantaggi della vita preindustriale. Infatti, la possibilità di spostarsi più rapidamente tra i territori grazie ai treni e l'insediamento di aree industriali all'interno del perimetro cittadino comportò una vera e propria migrazione di massa dalle campagne alle città; nascono dunque le aree suburbane e i sobborghi. L'esempio forse più emblematico dello sviluppo urbano in questo periodo è quello della città di Londra che, come mostrato da [48], vede l'area densamente edificata misurare circa 8 km da est a

ovest, e l'area di campagna circostante di circa 16 km da nord a sud. Le principali zone erano ben distinte: l'area industriale era sulla pianura, vicino al fiume e alla ferrovia; l'area residenziale, una lunga scacchiera con il centro civico al centro, era situata su un terreno più elevato e separata dalle fabbriche da una grande area verde; l'ospedale e altre strutture sanitarie erano disposte in un'area collinosa a nord della città; le strade erano separate in base al tipo di traffico con una chiara distinzione tra percorsi veicolari e pedonali (Fig. 18).

Per quanto riguarda la città giardino di Howard, la sua struttura prevedeva una città circondata da spazi verdi e terreni agricoli, con una pianificazione che promuove una bassa densità abitativa e un ambiente sano. Infatti, la possibilità di spostarsi più rapidamente tra i territori grazie ai treni e l'insediamento di aree industriali all'interno del perimetro cittadino comportò una vera e propria migrazione di massa dalle campagne alle città; nascono dunque le aree suburbane e i sobborghi. L'esempio forse più emblematico dello sviluppo urbano in questo periodo è quello della città di Londra che, come mostrato da [48], vede l'area densamente edificata misurare circa 8 km da est a

ovest, e l'area di campagna circostante di circa 16 km da nord a sud. Le principali zone erano ben distinte: l'area industriale era sulla pianura, vicino al fiume e alla ferrovia; l'area residenziale, una lunga scacchiera con il centro civico al centro, era situata su un terreno più elevato e separata dalle fabbriche da una grande area verde; l'ospedale e altre strutture sanitarie erano disposte in un'area collinosa a nord della città; le strade erano separate in base al tipo di traffico con una chiara distinzione tra percorsi veicolari e pedonali (Fig. 18).

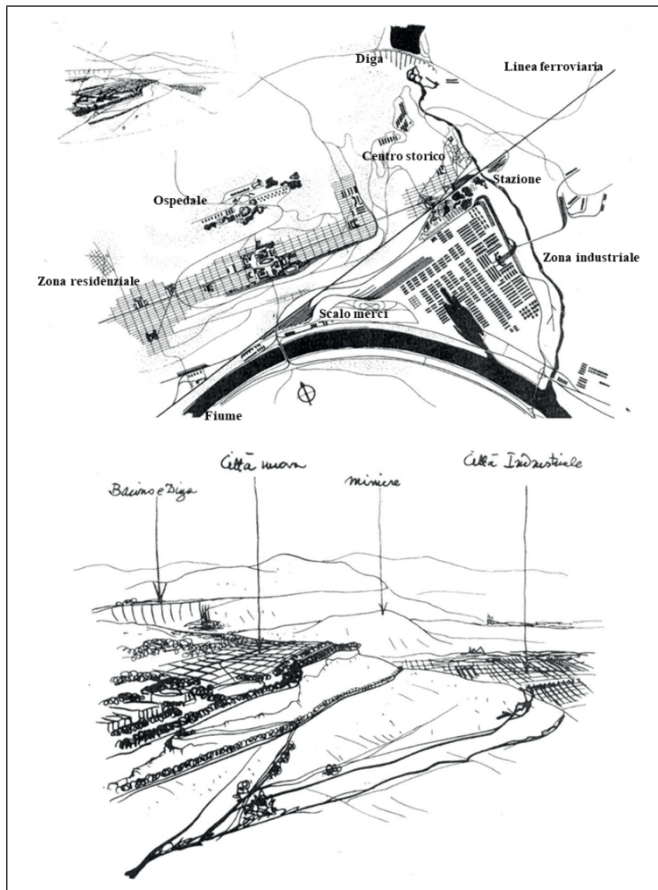


Figura 18 – La Città industriale di Garnier nei disegni di Giovanni Astengo per il libro “Abitazione e lavoro nella città di domani” rimasto inedito [47].

Figure 18 – The industrial city of Garnier in the drawings by Giovanni Astengo for the book “Housing and work in the city of tomorrow” remained unpublished [47].

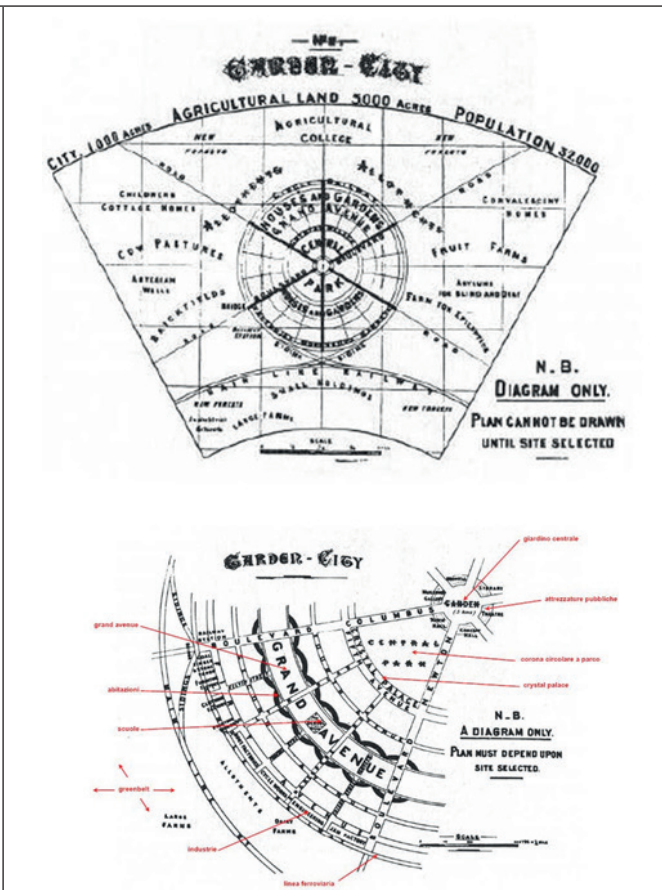


Figura 19 – Struttura della città giardino[46].  
Figure 19 – Structure of the garden city [46].

ovest nel 1750, 24 km nel 1850 per poi arrivare a 50 km nel 1950 (Fig. 20). Si tratta di dimensioni compatibili con la “città di un’ora”. Basti pensare che la locomotiva Rocket, progettata e costruita da George e Robert Stephenson nel 1829, aveva una velocità media di 27 km/h, con una velocità massima di 48 km/h [49]; alla fine del secolo, era possibile viaggiare a una media di 56 km/h, fino ad un massimo di 96 km/h, sulla Great Western Railway tra Londra a Bristol [50].

Molti dei sobborghi di Londra si svilupparono seguendo il principio della città giardino, con ampi spazi verdi e una pianificazione che favoriva una qualità della vita migliore rispetto al centro urbano congestionato. Grazie all’espansione della metropolitana, questi sobborghi erano ben collegati al cuore della città, rendendo facile il pendolarismo quotidiano. L’abitabilità piacevole di queste aree divenne un vero e proprio strumento di marketing per la compagnia Metropolitan Railway che si occupava della costruzione della metropolitana che promosse l’idea di *Metroland* [51] per i sobborghi a nord di Londra, invitando le famiglie a trasferirsi in queste zone residenziali, tranquille ma ben collegate al centro. Esempi di sobborghi che seguivano il modello della città giardino sono Letchworth e Welwyn Garden City [52], ma non sono mancati esempi di città nate ex-novo più vicine al modello di Garnier, come quella di Middlesbrough con le sue ricche miniere di ferro, dove sino agli inizi dell’800, sorgeva una semplice fattoria abitata da 25 persone e, successivamente, al 1847, divenne la prima città costruita da zero perché a ridosso di una stazione della linea Stockton-Darlington a servizio del porto industriale dell’area [53].

Anche altre capitali europee, come ad esempio Parigi o Vienna, furono tra le prime ad essere servite da una ferrovia; tuttavia, queste hanno vissuto il fenomeno in maniera meno marcata rispetto a Londra perché, di fatto, plasmate dalle vicende politiche e sociali del tempo che hanno influito sulla naturale tendenza allo sviluppo della città dettata dalla ferrovia.

Ad ogni modo, al di là delle diverse teorizzazioni della città industriale e degli esempi più famosi in cui queste si concretizzarono, in questo periodo, le città si trovano ad avere una struttura formata da un nucleo, il centro storico, che rappresentava la parte più antica della città e che un tempo stava dentro le mura ormai demolite; intorno al nucleo si inserivano le “case borghesi”, edificate con l’arrivo della borghesia capitalista, detti anche quartieri residenziali, intorno ai quali si svilupparono le aree destinate ai servizi. Lontane dal centro, in posizione marginale, nacque le prime periferie cittadine, caratte-

*the advantages of pre-industrial life. In fact, the possibility of moving faster between the territories thanks to trains and the establishment of industrial areas within the city perimeter led to a real mass migration from the countryside to the cities; therefore, suburban areas and suburbs arise. Perhaps the most emblematic example of urban development in this period is that of the city of London which, as shown by [48], sees the densely built-up area measuring about 8 km from east to west in 1750, 24 km in 1850 then reaching 50 km in 1950 (Fig. 20). These are dimensions compatible with the “one hour city”. Just think that the Rocket locomotive, designed and built by George and Robert Stephenson in 1829, had an average speed of 27 km/h, with a maximum speed of 48 km/h [49]; at the end of the century, it was possible to travel at an average of 56 km/h, up to a maximum of 96 km/h, on the Great Western Railway between London and Bristol [50].*

*Many of London’s suburbs developed on the principle of the garden city, with large green areas and planning that favoured a better quality of life than the congested city centre. Thanks to the expansion of the underground, these suburbs were well connected to the heart of the city, making daily commuting easy. The pleasant liveability of these areas became a real marketing tool for the Metropolitan Railway company that was in charge of the construction of the underground that promoted the idea of *Metroland* [51] for the suburbs to the north of London, inviting families to move to these quiet residential areas, but well connected to the centre. Examples of suburbs that followed the model of the garden city are Letchworth and Welwyn Garden City [52],*

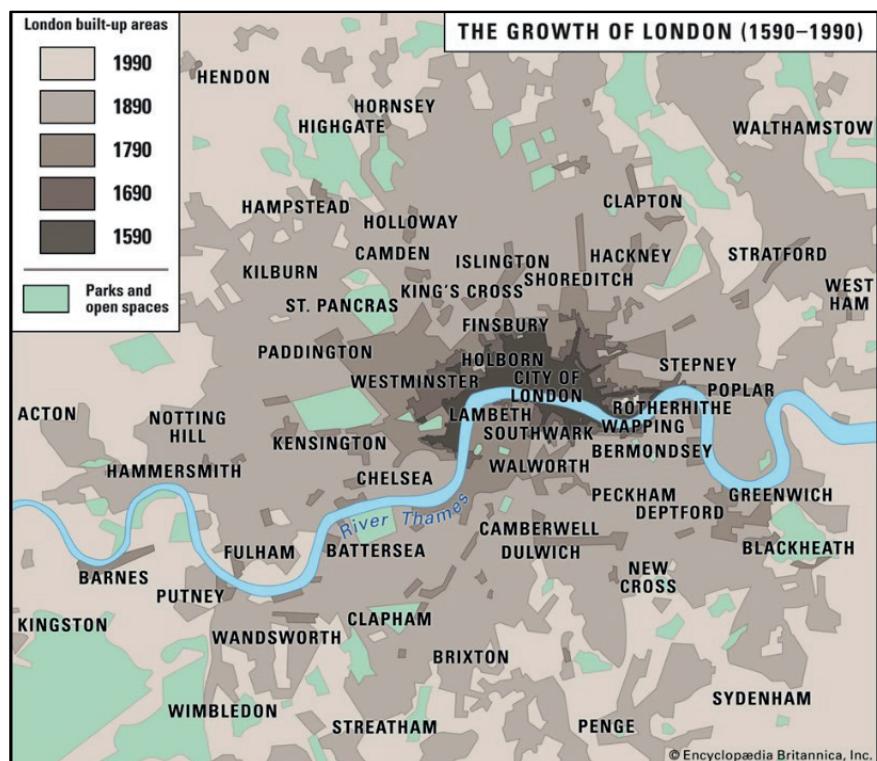


Figura 20 – Espansione della città di Londra tra il 1590 e il 1990 [48].  
Figure 20 – Expansion of the city of London between 1590 and 1990 [48].

rizzate dalla presenza di fabbriche e case popolari destinate agli operai. Periferia e centro apparivano totalmente diverse, nonostante fossero spazi della stessa città. Da una parte, l'architettura e l'urbanistica del centro città si ispirano al concetto del bello – inteso come regolarità, ordine, simmetria e rispetto delle proporzioni – tipico dall'epoca rinascimentale [54], a sua volta, ripreso dalla cultura e della filosofia classica [55]; dall'altra, nelle periferie, l'edificato risulta confuso, ammassato per lo più costituito da case a schiera, piccole e troppo vicine alle fabbriche. Le case popolari si erigevano in aree prive di ogni offerta di servizi e spesso caratterizzate da condizioni igienico sanitarie ben peggiori di quelle già precarie dei centri città dell'epoca. Inoltre, non era inusuale trovare tra un caseggiato e l'altro, a riempimento dei vuoti tra gli edificati, delle vere e proprie baracche costruite con materiali di risulta dove risiedevano i più poveri tra la classe operaia.

Alla fine dell'800, l'invenzione del motore a combustione interna darà il via a quella che a tutti gli effetti è considerata la V rivoluzione dei trasporti. Mentre col motore a vapore era cambiato il modo di intendere lo spostamento di più persone in un dato tempo con un unico mezzo, come successo con la ferrovia e integrando tale innovazione meccanica alla navigazione, il motore a combustione interna rivoluzionò le regole dello spostamento individuale offrendo potenze molto maggiori utilizzando una energia relativamente leggera. Seppur tale invenzione abbia consentito la nascita dell'aereo e le evoluzioni dal primo biplano dei fratelli Wright nel 1903 ai moderni jet di linea, accorciando le distanze tra città e stati, l'avvento dell'automobile, brevettata nel 1886 dall'ingegnere meccanico Benz, seguita dagli autobus e dagli autocarri, sono da considerarsi forse tra le invenzioni, attribuibili a tale periodo, che più hanno modificato la struttura della città.

Grazie alla disponibilità di motori con potenze relative elevate e carburanti a elevatissimo contenuto energetico, nasceva la città dell'automobile (Fig. 21), che si sovrappone a quella ferroviaria, a sua volta nata su quella antica. Si tratta di una città diffusa, che sperimenta il cosiddetto fenomeno dello sprawl urbano [56], ossia l'espansione delle città guidata dal possesso di veicoli privati che consentono di spostarsi senza dipendenza dalla "organizzazione del servizio di mobilità" da parte di aziende di trasporto collettivo che offrono tali servizi in presenza di intensità della domanda tale da giustificare i costi di produzione (con o senza un contributo pubblico). Non è, quindi, più necessario concentrare le residenze nei pressi del o dei centri di attività, né lungo gli assi principali delle reti ferroviarie, offrendo la possibilità di maggiore spazio, anche esterno all'abitazione, a prezzi minori in aree non ancora urbanizzate, grazie alla maggiore velocità commerciale dell'automobile posseduta e guidata dal nucleo familiare. Le infrastrutture stradali diventano il fulcro dello sviluppo urbano, favorendo la creazione di quartieri residenziali lontani dal centro e separati da vaste aree di parcheggi e strade. Questo modello frammenta il tessuto urbano, rendendo difficili gli spostamenti a piedi o in bicicletta e au-

*but there were also examples of cities that arose from scratch closer to Garnier's model, such as Middlesbrough with its rich iron mines, where until the early nineteenth century, there was a simple farm inhabited by 25 people and, later, in 1847, it became the first city built from scratch because it was close to a station on the Stockton-Darlington line serving the industrial port of the area [53].*

*Other European capitals, such as Paris or Vienna, were also among the first to be served by a railway; however, they experienced the phenomenon less markedly than London because, in fact, they were shaped by the political and social events of the time that influenced the natural trend to develop the city dictated by the railway.*

*In any case, beyond the different theorizations of the industrial city and the most famous examples in which they materialised, in this period, cities find themselves with a structure formed by a nucleus, the historic centre, which represented the oldest part of the city and which was once inside the walls now demolished; around the nucleus were the "bourgeois houses", built with the arrival of the capitalist bourgeoisie, also called residential neighbourhoods, around which the areas destined for services developed. Far from the centre, in a marginal position, the first suburbs of the city arose, characterised by the presence of factories and council housing intended for workers. Suburb and centre looked totally different, despite being areas of the same city. On the one hand, the architecture and urban planning of the city centre are inspired by the concept of beauty – understood as regularity, orderliness, symmetry and respect for proportions – typical of the Renaissance era [54], in turn, taken from classical culture and philosophy [55]; on the other, in the suburbs, the built area is confused and crowded, mostly consisting of small terraced houses, too close to the factories. The council houses were erected in areas devoid of any offer of services and often characterised by hygienic and sanitary conditions much worse than those already precarious in the city centres of the time. In addition, it was not unusual to find real shacks built with waste materials between one building and another, to fill the gaps between the buildings, where the poorest among the working class resided.*

*At the end of the 19<sup>th</sup> century, the invention of the internal combustion engine began what is in all respects considered the 5<sup>th</sup> transport revolution. While with the steam engine the way of understanding the displacement of more people in a given time with a single vehicle had changed, as happened with the railway and integrating this mechanical innovation to navigation, the internal combustion engine revolutionised the rules of individual displacement by offering much greater powers using relatively light energy. Although this invention has allowed the creation of the airplane and the evolutions from the first biplane of the Wright brothers in 1903 to modern jetliners, shortening the distances between cities and countries, the advent of the car, patented in 1886 by the mechanical engineer Benz, followed by buses and trucks, are perhaps among the inventions, attributable to that period, that have most modified the structure of the city.*

*The automobile city arose (Fig. 21), thanks to the availability of engines with high relative power and fuels with very*

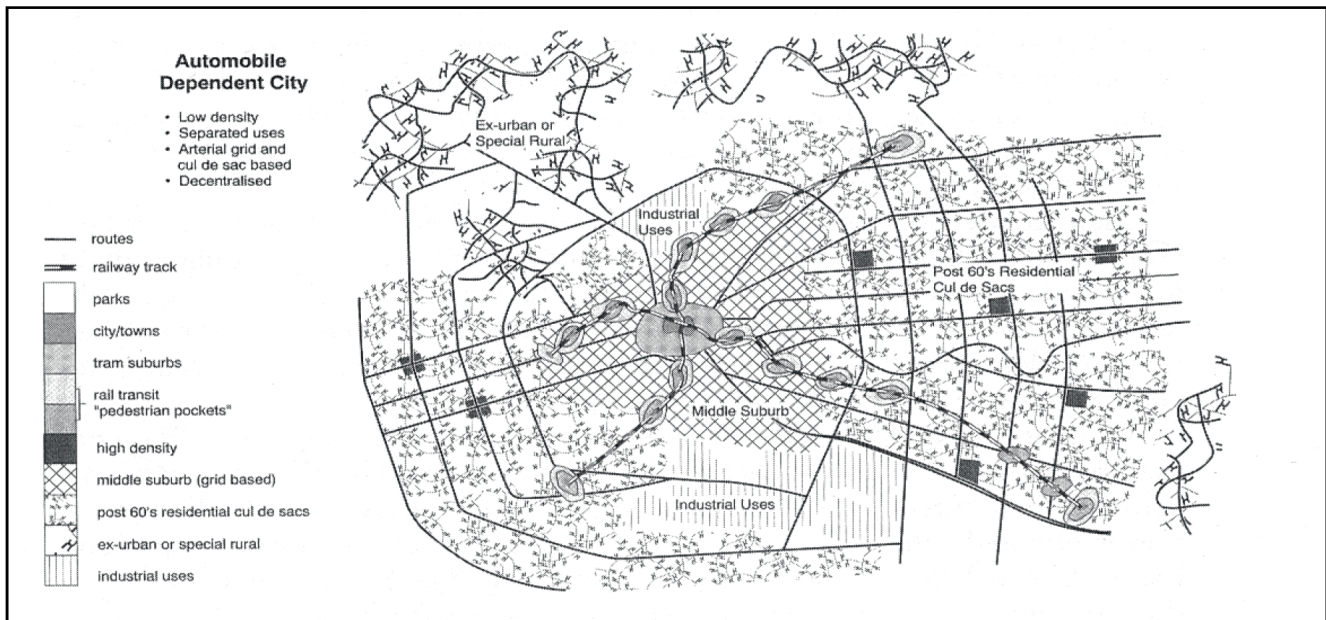


Figura 21 – Struttura della città dell'automobile, proposta da [42], in antitesi alla città della ferrovia riportata sopra.  
 Figure 21 – Structure of the automobile city, proposed by [42], in contrast to the railway city shown above.

mentando la necessità di lunghi tragitti in auto. Le conseguenze includono un maggiore consumo di suolo, traffico congestionato e inquinamento atmosferico, con comunità meno connesse e meno sostenibili.

Tale processo è ben visibile se guardiamo all'espansione urbana avuta nel dopoguerra da quasi tutte le città del mondo occidentale, con esempi che vanno dalla espansione delle città carrabili storiche e con la città industriale e ferroviaria successiva (come Parigi, Londra o Roma) fino alle città più recenti sviluppatesi quasi contemporaneamente all'avvento dell'automobile (Los Angeles e molte altre città statunitensi).

Lo stesso fenomeno si è ripetuto, con alcuni decenni di ritardo, nelle città in cui il possesso diffuso di automobili è più recente. La Fig. 22 mostra il fenomeno dell'urban sprawl avuto tra il 1984 e il 2018 nella città di Pechino che ha visto una radicale trasformazione, con una crescita rapida e a volte incontrollata delle aree residenziali, un aumento significativo della popolazione e una forte espansione delle infrastrutture [57].

Come mostrato in Fig. 23, gli attuali livelli di motorizzazione vedono una media europea di 571 auto per mille abitanti (con l'Italia al primo posto con 694 auto per ogni mille abitanti) [58].

Se pensiamo che, come mostrato in uno studio americano pubblicato nel 2024 e riferito ai dati del 2022 [59], le auto, in media, sono ferme per il 95% del tempo (Fig. 24), appare evidente l'enorme consumo di spazio urbano che ciò comporta. Tali dati risultano interessanti anche se si guarda al fatto che il tempo medio speso in viaggio e di circa un'ora al giorno, a riprova di quanto osservato sopra circa la stabilità del parametro TTB. Ipotizzando uno

high energy content, which overlaps with the railway one, that in turn was created on the old one. It is a widespread city, which experiences the so-called phenomenon of urban sprawl [56], that is, the expansion of cities driven by the ownership of private vehicles that allow moving without depending on the "organisation of the mobility service" by public transport companies that offer such services in the presence of intensity of demand such as to justify production costs (with or without public contribution). Therefore, it is no longer necessary to concentrate residences near activity centre(s), nor along the main axes of the railway networks, offering the possibility of more space, even outside the house, at lower prices in areas not yet urbanised, thanks to the greater commercial speed of the car owned and driven by the family unit. Road infrastructure becomes the cornerstone of urban development, favouring the creation of residential neighbourhoods far from the centre and separated from large parking areas and streets. This model fragments the urban fabric, making it difficult to travel on foot or by bicycle and increasing the need for long journeys by car. Consequences include increased land consumption, congested traffic, and air pollution, with less connected and less sustainable communities.

This process is clearly visible if we look at the urban expansion experienced in the post-war period by almost all cities in the Western world, with examples ranging from the expansion of historical driveable cities and with the subsequent industrial and railway city (such as Paris, London or Rome) to the most recent cities developed almost simultaneously with the advent of the car (Los Angeles and many other US cities).

The same phenomenon has been repeated, with a few decades of delay, in cities where the widespread ownership of cars is more recent. Fig. 22 shows the phenomenon of urban

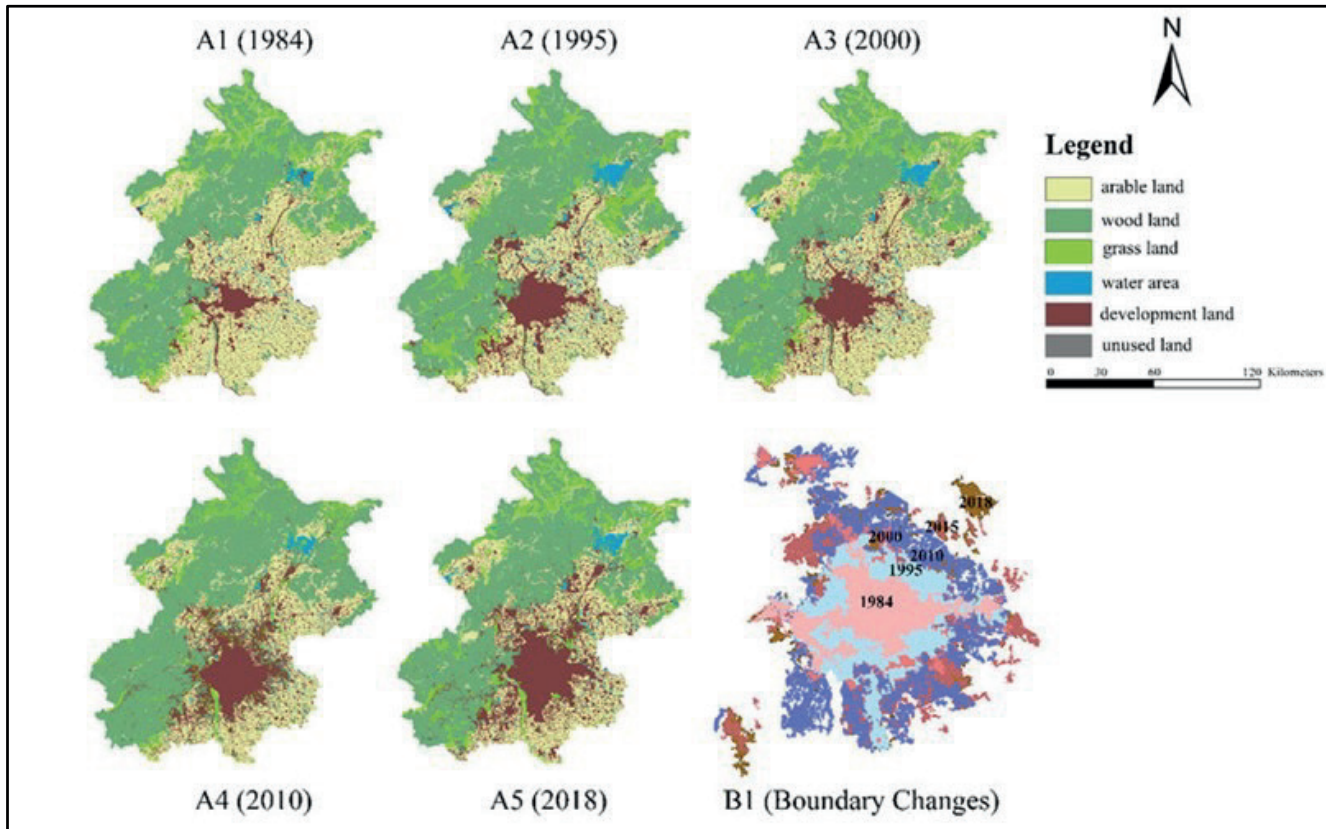


Figura 22 – Uso del suolo a Pechino 1984-2018 [57].  
 Figure 22 – Land use in Beijing 1984-2018 [57].

spazio medio di occupazione degli stalli di sosta<sup>1</sup> pari a 12,5 m<sup>2</sup>, se immaginassimo tutte le auto presenti in una città teorica con un milione di abitanti come parcheggiate l'una accanto all'altra, si arriverebbe ad una occupazione del suolo superiore a 7km<sup>2</sup> (in ipotesi di tasso di motorizzazione pari a quello medio europeo).

Una stima sull'effettivo spazio occupato dai parcheggi in alcune città europee è stata condotta dalla compagnia di sharing Dott nel 2023 [62], ottenendo i risultati riportati in Fig. 25.

Appare evidente, quindi, la necessità di contrastare tali elevati tassi di motorizzazione puntando su una maggiore promozione e sostenibilità dei trasporti pubblici e condivisi.

Anche la normativa urbanistica si è evoluta nel dopoguerra in corrispondenza dei fenomeni di motorizzazione di massa e, ad oggi, ne “impone” la prosecuzione prevenendo, tra gli altri standard urbanistici, un certo numero di m<sup>2</sup> da dedicare a parcheggi pubblici o privati. In Italia,

*sprawl* between 1984 and 2018 in the city of Beijing that has seen a radical transformation, with a rapid and sometimes uncontrolled growth of residential areas, a significant increase in population and strong expansion of infrastructures[57].

As shown in Fig. 23, current motorisation levels show a European average of 571 cars per thousand inhabitants (with Italy in first place with 694 cars per thousand inhabitants) [58].

If we think that, as shown in an American study published in 2024 and referring to the 2022 data [59], cars, on average, are stationary 95% of the time (Fig. 24), the enormous consumption of urban space that this entails is evident. These data are interesting even if we look at the fact that the average time spent travelling is of about an hour a day, proving what was observed above about the stability of the TTB parameter.

Assuming an average parking space occupancy<sup>1</sup> of 12.5 m<sup>2</sup>, if we imagined all the cars present in a theoretical city

<sup>1</sup> Nonostante alcune norme riportino dimensione dello stallo minime inferiori, si è considerata una dimensione media pari a 2,5mx5m che risulta essere la più diffusa sia in Europa che nel resto del mondo ([60][61]).

<sup>1</sup> Despite some standards reporting lower minimum stall size, an average size of 2.5mx5m was considered, which is the most widespread both in Europe and in the rest of the world ([60][61]).

in questo senso, occorre citare il DM 1444 del 1968 e la successiva legge Tognoli del 1989. Anche negli altri Paesi europei, nella seconda metà del XX secolo – quando l'automobile era diventata ormai un simbolo di rinascita economica e sociale che stava rapidamente trasformando non solo l'economia ma anche la vita quotidiana dei cittadini – sorsero le prime norme che inserivano i parcheggi negli standard di pianificazione urbana. Si veda ad esempio il Codice dell'urbanistica e delle abitazioni del 1954 e la legge 630 del 1983 in Francia, la Ley del Suelo in Spagna che dal 1956 al 1998 ha subito numerose riforme fino all'ultima del 2007, o la BauNVO (BauNutzungsverordnung) del 1962, poi aggiornata nel 1990, in Germania. In generale, tra gli anni '50 e '70 del XX secolo, i parcheggi iniziano ad essere considerati nella pianificazione urbana; successivamente, tra gli anni '80 e '90, nascono nuove leggi (o si adeguano le precedenti) con requisiti più specifici circa la loro progettazione. Tali leggi, o versioni aggiornate di queste, sono ancora in vigore, rappresentando, di fatto, un 'vincolo' a dover costruire città dell'automobile per il presente e per il futuro.

**3. La settima rivoluzione dei trasporti e i possibili impatti sulla città**

Come già evidenziato, le tre principali direttrici lungo cui si sviluppa la settima rivoluzione dei trasporti sono rappresentate dalla decarbonizzazione dei vettori energetici in un'ottica di efficienza ambientale, dall'introduzione della guida autonoma e dall'implementazione di servizi di mobilità innovativi, al fine di ottenere un'efficienza economica e sociale, oltre ad una migliorata esperienza di viaggio per l'utente. Ovviamente, tali innovazioni non devono essere considerate come disgiunte, al contrario, come vedremo, hanno un elevato potenziale di interazione reciproca (Fig. 26).

Una disamina più puntuale circa le innovazioni della 7° rivoluzione dei trasporti è riportata in [1][3], così come il principio della super-additività e della eterogeneità dei fini che sono stati ricavati sulla base delle rivoluzioni precedenti. Ciò implica che non è possibile prevedere quali saranno gli effetti globali della rivoluzione in atto, oggi ancora nella sua fase iniziale. Pur con questa premessa, in questo paragrafo cercheremo di immaginare alcuni dei possibili effetti della settima rivoluzione sulla forma delle città.

Da una parte, è prevedibile che il modello di uso dei veicoli individuali, e dell'automobile in particolare, si tra-

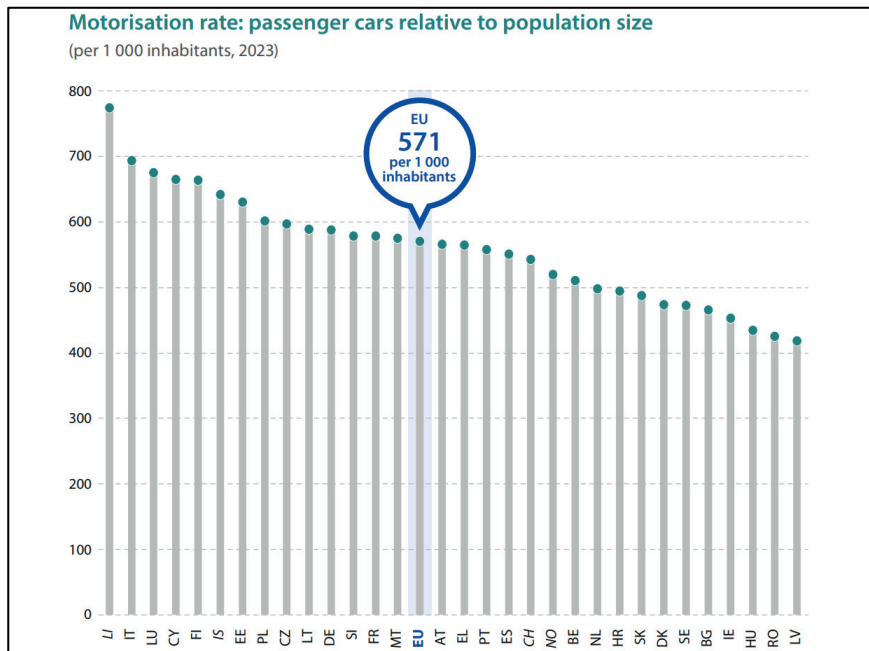


Figura 23 – Tasso di motorizzazione nelle città europee [58].  
Figure 23 – Motorisation rate in European cities [58].

with one million inhabitants as parked next to each other, a land occupancy of more than 7km<sup>2</sup> would be reached (assuming a motorisation rate equal to the European average).

An estimate of the actual space occupied by parking lots in some European cities was conducted by the sharing company Dott in 2023 [62], obtaining the results shown in Fig. 25.

Therefore, the need to counteract these high motorisation rates by focusing on greater promotion and sustainability of public and shared transport is evident.

The urban planning legislation also evolved in the post-war period due to the mass motorisation phenomena and, to date, it "imposes" its continuation by providing, among other urban planning standards, a certain number of sq.m to be dedicated to public or private car parks. In Italy, in this sense, we must mention Ministerial Decree 1444 of 1968 and the subsequent Tognoli law of 1989. Even in other European countries, in the second half of the twentieth century – when the car had now become a symbol of economic and social rebirth that was rapidly transforming not only the economy but also the daily lives of citizens – the first rules that included parking lots in urban planning standards arose. See for example the Urban Planning and Housing Code of 1954 and Law 630 of 1983 in France, the Land Law in Spain which from 1956 to 1998 underwent numerous reforms until the last one in 2007, or the BauNVO (BauNutzungsverordnung) of 1962, later updated in 1990, in Germany. In general, between the '50s and '70s of the twentieth century, car parks began to be considered in urban planning; subsequently, between the '80s and '90s, new laws were created (or the previous ones were adapted) with more specific requirements

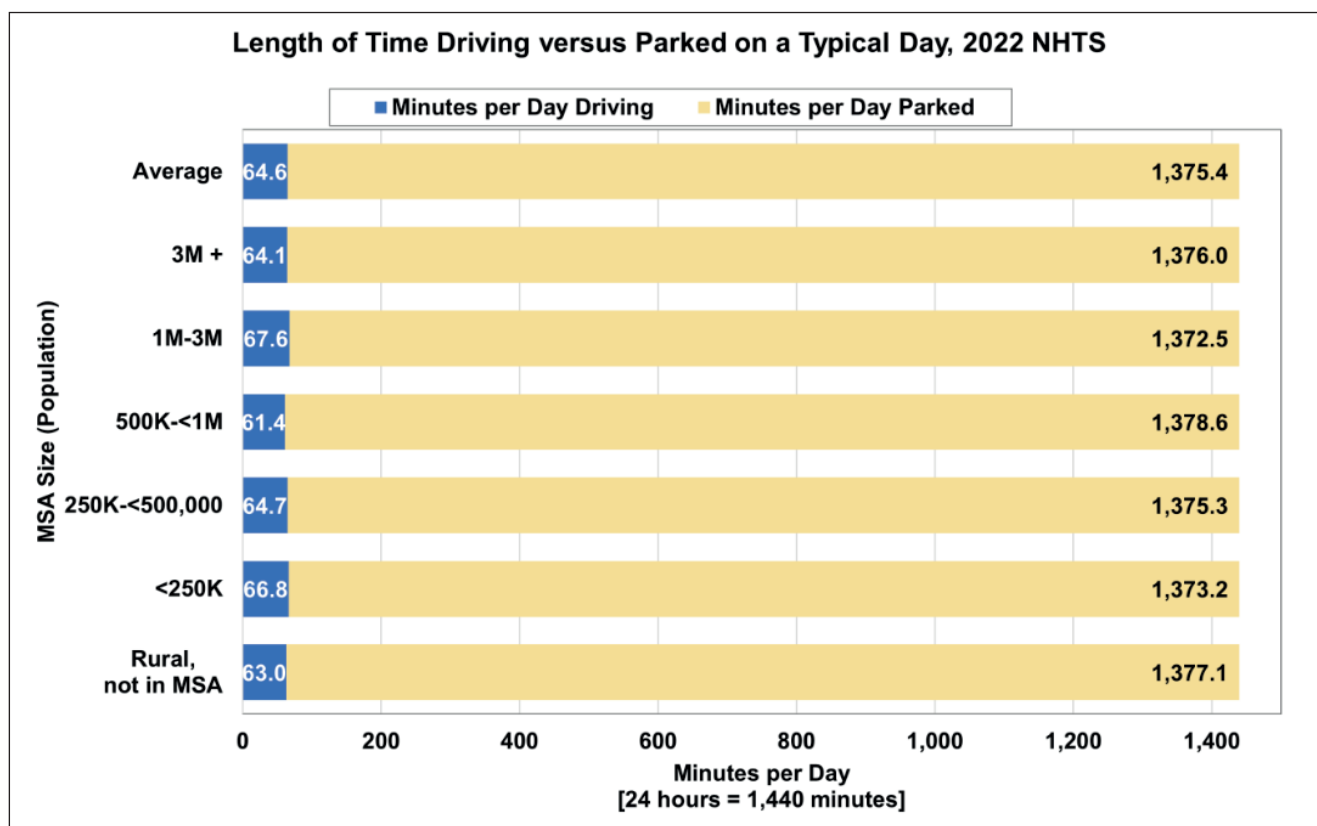


Figura 24 – Confronto tra il tempo in cui le auto circolano e il tempo in cui sono ferme parcheggiate in un giorno lavorativo medio negli USA [59].

Figure 24 – Comparison between the time in which cars circulate and the time in which they are parked on an average working day in USA [59].

sformi dal possesso all'utilizzo ([63][64][65]) e, quindi, molti spazi prima dedicati alla sosta, ad iniziare dai parcheggi su suolo pubblico e privato, vedranno venir meno la loro funzione. Ciò porterà ad una disponibilità di spazio urbano che può essere progettato diversamente per massimizzare la vivibilità dell'ambiente cittadino.

### 3.1 Le trasformazioni dell'automobile e dei consumi di spazio

La diffusione dei veicoli autonomi porterà la possibilità di compiere un certo spostamento beneficiando del comfort assicurato dall'auto privata ma senza avere l'onere delle operazioni di guida e di parcheggio; questo potrebbe far pensare ad un incremento del numero di spostamenti e, dunque, del numero di veicoli presenti nelle nostre città, già molto elevato ([66][67]).

Tuttavia, diversi autori, tra cui [68][69][70][71][72], osservano che la mobilità urbana sta vivendo una fase di trasformazione radicale dovuta ai nuovi modelli di utilizzo dell'automobile resi possibili dalle innovazioni congiunte delle guida autonome e della smart mobility. Ciò si riflette nel significativo cambio di paradigma che vede il passaggio dalla necessità di possedere un veicolo al bisogno di

about their design. These laws, or updated versions of them, are still in force, representing, in fact, a 'constraint' to have to build automobile cities for the present and for the future.

### 3. The seventh transport revolution and its possible impacts on the city

As already highlighted, the three main directions along which the seventh transport revolution develops are represented by the decarbonisation of energy carriers with a view to environmental efficiency, the introduction of autonomous driving and the implementation of innovative mobility services, in order to achieve economic and social efficiency, as well as an improved travel experience for the user. Obviously, these innovations should not be considered as separate, on the contrary, as we will see, they have a high potential for mutual interaction (Fig. 26).

A more precise examination of the innovations of the 7<sup>th</sup> transport revolution is reported in [1][3], as well as the principle of super-additivity and the heterogenesis of the objectives that were obtained on the basis of the previous revolutions. This implies that the global effects of the ongoing revolution cannot be predicted, today still in its initial phase. Despite this premise, in this paragraph we will try to

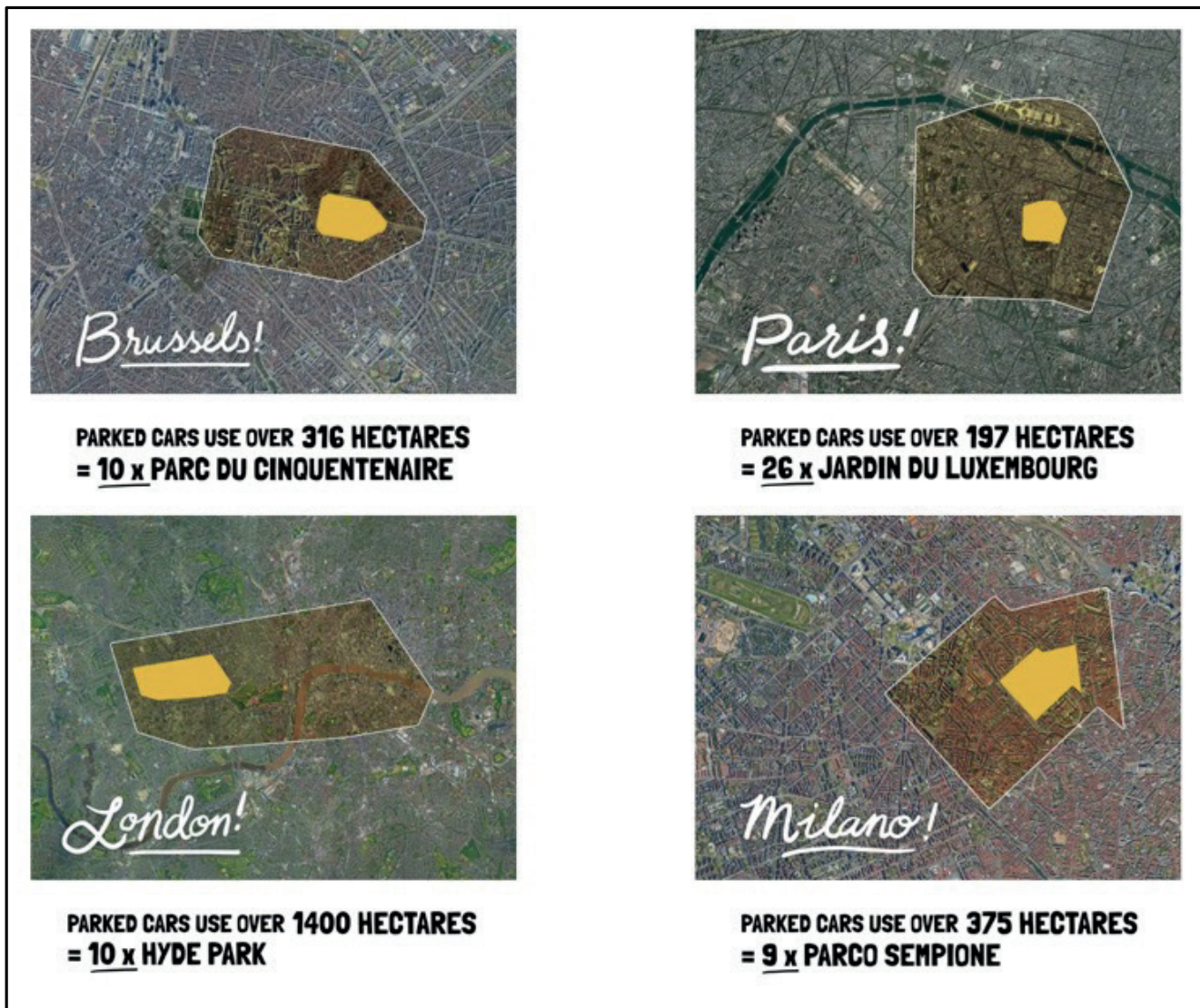


Figura 25 – Spazio occupato da parcheggi in alcune delle principali città europee [62].  
 Figure 25 – Space occupied by car parks in some of the main European cities [62].

poter accedere all'uso di un veicolo per effettuare un determinato spostamento. In altre parole, si sta progressivamente riducendo la necessità di possedere un'automobile privata, a favore di modelli di mobilità più flessibili e condivisi, come il car sharing, sempre più diffuso nelle nostre città. Ed è proprio la combinazione di auto condivisa e guida autonoma che consentirebbe una riduzione ancora più significativa degli spazi utilizzati per il parcheggio. Già oggi, in città come Phoenix, Los Angeles e San Francisco, circolano i cosiddetti robotaxi [73], ossia veicoli in sharing senza conducente che trasportano passeggeri da un punto all'altro della città. Dunque, l'ottimizzazione della marcia dei veicoli autonomi, unitamente al nuovo paradigma della mobilità come servizio, porterà alla presenza di un numero consistentemente inferiore di auto nelle nostre città. A tal proposito, vale la pena citare il progetto 'Minimum fleet', curato dal MIT Senseable City Lab, che ha sviluppa-

*imagine some of the possible effects of the seventh revolution on the shape of cities.*

*On the one hand, it is foreseeable that the utilisation model of individual vehicles, and of the car in particular, will be transformed from ownership to use ([63][64][65]) and, therefore, many spaces previously dedicated to parking, starting with parking lots on public and private land, will see their function fail. This will lead to availability of urban space that can be designed differently to maximise the liveability of the city environment.*

### 3.1 Transformations of the car and space consumption

*The spread of autonomous vehicles will lead to the possibility of making certain displacements benefiting from the*

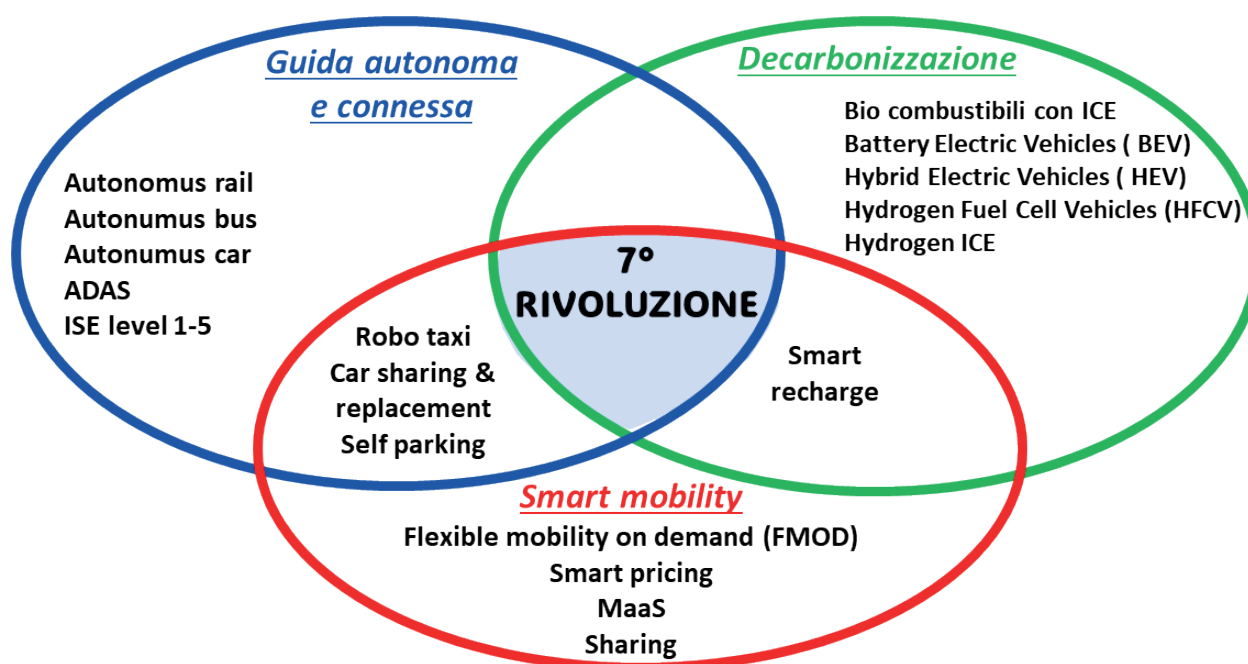


Figura 26 – I tre drivers della 7° rivoluzione dei trasporti e possibili applicazioni per la mobilità urbana.  
 Figure 26 – The three drivers of the 7<sup>th</sup> transport revolution and possible applications for urban mobility.

to un algoritmo di guida autonoma con car sharing testato nella città di New York che, ottimizzando il percorso dei veicoli, consentirebbe di servire lo stesso numero di persone con un risparmio del 40% sul numero dei taxi; nonché, di muovere l'intera città di Manhattan con la metà dei mezzi attualmente utilizzati [74].

Ma gli effetti della rivoluzione del modello di uso dell'automobile non riguarderà solo la numerosità delle flotte e del numero delle auto in sosta. Il modello di uso invece del possesso porterà ad una "spersonalizzazione" dell'auto che nel secolo scorso è stata, ed è ancora, uno status symbol ([75][76][77]). Si potranno utilizzare veicoli con caratteristiche fisiche rispondenti alla "missione di mobilità", ossia city cars per uno spostamento urbano, auto sportive o familiari per una gita domenicale. Inoltre, le flotte di sharing saranno composte da un numero minore di veicoli, vedi lo studio su New York sopracitato, che però saranno utilizzati di più e saranno, quindi, più nuovi.

Come mostrato in [78], diverse aziende di automotive stanno mettendo a punto dei concept dell'auto del futuro, intesa come veicolo autonomo on-demand, differenziato per missioni urbane ed extraurbane. Alla luce di tutto ciò, sta prendendo sempre più piede la tendenza al recupero di tutte quelle infrastrutture fortemente impattanti nel territorio, ed ormai in totale o parziale disuso, che nel secolo scorso erano state realizzate col fine di accogliere il grande numero di automobili, prime tra tutti i parcheggi, ma in prospettiva anche alcune autostrade urbane particolarmente impattanti. Possiamo definire questo insieme di approcci progettuali come il recupero degli spazi dell'automobile o

*comfort ensured by the private car but without having the burden of driving and parking operations; this could suggest an increase in the number of displacements and, therefore, in the number of vehicles present in our cities, already very high ([66][67]).*

*However, several authors, including [68][69][70][71][72], note that urban mobility is undergoing a radical transformation phase due to the new models of car use made possible by the joint innovations of autonomous driving and smart mobility. This is reflected in the significant paradigm shift that sees the transition from the need to own a vehicle to the need to be able to access the use of a vehicle for a certain displacement. In other words, the need to own a private car is gradually being reduced, in favour of more flexible and shared mobility models, such as car sharing, which is increasingly widespread in our cities. And it is precisely the combination of shared cars and autonomous driving that would allow an even more significant reduction in the spaces used for parking. Already today, the so-called robotaxis circulate, in cities such as Phoenix, Los Angeles and San Francisco [73], that is, driverless shared vehicles that transport passengers from one point to another in the city. Therefore, the optimisation of autonomous vehicles running, together with the new paradigm of mobility as a service, will lead to the presence of a consistently lower number of cars in our cities. In this regard, it is worth mentioning the 'Minimum fleet' project, seen to by the MIT Senseable City Lab, which has developed an autonomous driving algorithm with car sharing tested in New York City that, by optimising the route of vehicles, would allow serving the same number of people with a 40% saving on the number of taxis; as well as, move the entire city of Manhattan with half of the vehicles currently used [74].*

'car spaces reclamation' in analogia al recupero di territori utilizzabili dal mare. Tale processo di reclamation può essere usato in diversi modi: per garantire corridoi dedicati al trasporto pubblico, a sua volta rivoluzionato come si vedrà nel prossimo paragrafo, oppure interventi di ridisegno di spazi veicolari in sinergia con azioni di micropedonalizzazione e traffic calming mirate alla valorizzazione della cosiddetta walkability, ossia la propensione di un ambiente urbano ad essere percepito come idoneo alla camminata [79]. Attraverso una pianificazione mirata, il nuovo goal è quello di restituire questi spazi alla cittadinanza, con una nuova veste più attenta alla qualità dell'ambiente urbano e che incentivi gli spostamenti verso scelte di mobilità dolce e sostenibile. Nel prosieguo, si riportano alcuni esempi di progetti che negli ultimi anni hanno comportato il riutilizzo a fini urbani di spazi precedentemente destinati alla circolazione o alla sosta delle auto.

Di grande impatto è certamente l'intervento di smantellamento di una grande arteria stradale a favore del ripristino del fiume Cheonggyecheon, avviato nel 2003, nella città di Seoul. Negli anni '60, il fiume Cheonggyecheon che attraversa la città viene completamente tombato per fare spazio ad un'importante asse stradale che aveva lo scopo di mitigare la congestione del traffico. Il progetto della Cheonggye Expressway prevedeva la realizzazione di una strada a 10 corsie e di una sopraelevata a 4 corsie su cui far viaggiare circa 170 mila auto al giorno. L'opera di forte impatto visivo, non solo ha causato la perdita di una preziosa risorsa in termini di conservazione della biodiversità, ma ha anche, a poco a poco, portato al deterioramento del tessuto urbano e sociale del quartiere che lo accoglieva [80]. Alle soglie degli anni 2000, si è dato il via ad un progetto di recupero massiccio dell'area che prevedeva lo smantellamento totale dell'arteria stradale a favore del ripristino del fiume. Grazie al Cheonggyecheon Stream Restoration Project è avvenuta una vera e propria trasformazione del paesaggio urbano della città (Fig. 27).

L'opera prevedeva, oltre alla rimozione totale della superstrada ed il ripristino del fiume sottostante, misure compensative di servizi di mobilità quali il rafforzamento del trasporto pubblico, la creazione di un corridoio verde, la creazione di un parco verde che comprendesse due piazze e otto spazi tematici e la costruzione di ventuno ponti che avrebbero ricollegato il tessuto urbano. La realizzazione dell'opera, che ha visto la fine dei lavori nel 2008, è ad oggi perfettamente integrata nella maglia urbana con effetti positivi in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico, mitigazione delle temperature in relazione alle ondate di calore, restituzione di spazi di qualità ai cittadini, aumento della biodiversità nell'urbano, l'introduzione di nuove specie vegetali e animali e, non meno importante, ha dato un significativo contributo alla risoluzione di problematiche legate all'inquinamento acustico del quartiere. In particolare, si stima che l'intervento ha comportato un aumento del 76% degli spostamenti pedonali, seguito da un aumento del 15% degli spostamenti

*But the effects of the revolution in the model of car use will not only affect the number of fleets and the number of cars parked. The use model instead of ownership will lead to a "depersonalisation" of the car that in the last century was, and still is, a status symbol ([75][76][77]). Vehicles with physical characteristics that meet the "mobility mission" can be used, i.e. city cars for urban travel, sports cars or family cars for a Sunday outing. In addition, the sharing fleets will consist of a smaller number of vehicles, see the study on New York mentioned above, which, however, will be used more and will therefore be newer.*

*As shown in [78], several automotive companies are developing concepts for the car of the future, understood as an on-demand autonomous vehicle, differentiated for urban and extra-urban missions. In light of all this, the trend towards the recovery of all those infrastructures that have a strong impact on the territory, and now in total or partial disuse, which in the last century had been built in order to accommodate the large number of cars, first among all the parking lots, but also in perspective some particularly impactful urban highways, is taking place. We can define this set of design approaches as the recovery of car spaces or 'car spaces reclamation' in analogy to the recovery of territories usable by the sea. This reclamation process can be used in several ways: to guarantee corridors dedicated to public transport, in turn revolutionised as will be seen in the next paragraph, or interventions to redesign vehicular spaces in synergy with micro-pedestrianisation and traffic calming actions aimed at enhancing the so-called walkability, that is, the propensity of an urban environment to be perceived as suitable for walking [79]. Through targeted planning, the new goal is to return these spaces to citizens, with a new look that is more attentive to the quality of the urban environment and that encourages displacements towards soft and sustainable mobility choices. Below are some examples of projects that in recent years have involved the reuse of spaces for urban purposes previously intended for the circulation or parking of cars.*

*The intervention to dismantle a large road artery in favour of the restoration of the Cheonggyecheon River, started in 2003, in the city of Seoul is certainly of great impact. In the 1960s, the Cheonggyecheon river that crosses the city is completely buried to make room for an important road that was intended to mitigate traffic congestion. The Cheonggye Expressway project involved the construction of a 10-lane road and a 4-lane flyover on which about 170,000 cars per day could travel. The work of great visual impact has not only caused the loss of a valuable resource in terms of biodiversity conservation, but has also, little by little, led to the deterioration of the urban and social fabric of the neighbourhood that adopted it [80]. On the threshold of the 21<sup>st</sup> century, a massive recovery project of the area began, which involved the total dismantling of the road artery in favour of the restoration of the river. Thanks to the Cheonggyecheon Stream Restoration Project, a real transformation of the city's urban landscape has taken place (Fig. 27).*

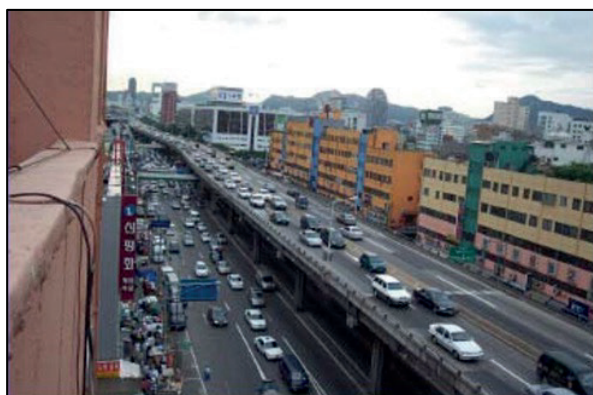


Figura 27 – Panorama di Seul con vista prima e dopo il ripristino del fiume Cheonggyecheon [81].  
 Figure 27 – Panorama of Seoul with views before and after the restoration of the Cheonggyecheon River [81].

in autobus, con una conseguente diminuzione del 45% del volume dei veicoli presenti nel quartiere [82].

Un altro caso esemplare ad una scala più ridotta è quello della città di Aalborg in Danimarca, in cui un parcheggio abbandonato è stato riqualificato e restituito ai cittadini sottoforma di uno spazio centrale dotato di funzioni e servizi urbani misti [83]. Il progetto, ispirato alla pratica del *rewilding*, è stato avviato nel 2017 e completato nel 2019. Ad oggi, nella piazza non solo il verde è predominante, ma tale spazio ha acquisito un nuovo valore sociale, fortemente in contrasto con la condizione iniziale di area marginale priva di ogni funzione urbana che lo aveva portato a poco a poco, negli anni, a versare in una situazione di degrado e abbandono (Fig. 28).

Relativamente al caso di Aalborg, appare interessante citare anche l'opera di ripristino che ha interessato il fiume Østerå che attraversa la città. Negli anni '60, il fiume era stato interrato per permettere la costruzione di un'arteria stradale di scorrimento. Successivamente, nell'ambito di un importante progetto di riqualificazione urbana [85], è stato ripristinato come corso d'acqua, a supporto delle azioni di pedonalizzazione e riqualificazione del centro cittadino. Questo intervento ha contribuito a ridisegnare l'assetto urbano, promuovendo la sostenibilità ambientale e migliorando la piacevolezza e la fruibilità degli spazi pubblici.

Il progetto per la rigenerazione del fiordo di Fornebu Brygge [86], poco distante da Oslo, frutto della collaborazione tra l'amministrazione locale e diversi enti ed aziende, quali la Haptic Architects e Oslo Works, mira anch'esso a rigenerare l'area di un parcheggio in stato di degrado e abbandono, trasformandola in un centro globale per l'avvio di un'economia oceanica sostenibile attraverso la gestione integrata delle acque, la tutela della biodiversità a tutte le scale e l'implementazione di soluzioni di mobilità sostenibile (Fig. 29). La trasformazione dell'attuale parcheggio creerà un paesaggio percorribile a piedi con spazi verdi, un lungomare accessibile e un nuovo porto pubblico in collaborazione con l'agenda comunale che mira a sviluppare progetti a zero emissioni. L'area sarà collegata

*The work included compensatory measures for mobility services, in addition to the total removal of the highway, and the restoration of the river below, such as the strengthening of public transport, the creation of a green corridor, the creation of a green park that included two squares and eight thematic spaces and the construction of twenty-one bridges that would reconnect the city fabric. The construction of the work, which saw the end of work in 2008, is now perfectly integrated into the urban network with positive effects in terms of reducing air pollution, mitigating temperatures in relation to heat waves, restoring quality spaces to citizens, increasing biodiversity in the urban area, the introduction of new plant and animal species and, last but not least, has made a significant contribution to solving problems related to noise pollution in the neighbourhood. In particular, it is estimated that the intervention led to a 76% increase in pedestrian movements, followed by a 15% increase in bus movements, resulting in a 45% decrease in the volume of vehicles in the neighbourhood [82].*

*Another exemplary case on a smaller scale is that of the city of Aalborg in Denmark, where an abandoned parking lot has been redeveloped and returned to citizens in the form of a central space equipped with mixed urban functions and services [83]. The project began in 2017, inspired by the practice of *rewilding*, and was completed in 2019. To date, not only is green predominant in the square, but this space has acquired a new social value, strongly in contrast with the initial condition of a marginal area devoid of any urban function that over the years, had led it little by little, to experience a situation of degradation and abandonment (Fig. 28).*

*With regard to the case of Aalborg, the restoration work that has affected the Østerå river that crosses the city is also interesting to mention. In the 1960s, the river had been buried to allow the construction of a freeway. Subsequently, it was restored as a waterway [85], to support pedestrianisation and redevelopment of the city centre as part of an important urban redevelopment project. This intervention has helped to redesign the city layout, promoting environmental sustainability and improving the pleasantness and usability of public areas.*



Figura 28 – Panorama di Aalborg con vista prima e dopo il recupero dell'area [84].  
 Figure 28 – Panorama of Aalborg with views before and after the recovery of the area [84].

internamente attraverso percorsi ciclopedonali ed esternamente dalla metro leggera che verrà anch'essa riqualificata e potenziata per assicurare un collegamento diretto dell'area con Oslo e i distretti circostanti [87].

Al di là di queste prime e più vistose esperienze progettuali, anche senza rendercene pienamente conto, è in atto da anni un processo di recupero degli spazi urbani sottratti a funzioni di sosta. In molte città, anche italiane, intere piazze, una volta destinate ad enormi parcheggi a cielo aperto, sono state riconvertite in piazze pedonali, come nel caso di Piazza Garibaldi a Napoli mostrata in Fig. 30, prima e dopo l'intervento di trasformazione collegato alla realizzazione della Linea 1 della metropolitana [89].

È comunque ipotizzabile che il processo di riduzione degli spazi dedicati alle auto in sosta e la diffusione di servizi alternativi di car sharing a guida autonoma e di mobilità collettiva potrà consentire trasformazioni molto più significative delle città, per le quali, ad oggi, non è ancora matura una capacità progettuale urbanistica e architettonica adeguata.

*The project for the regeneration of the Fornebu Brygge fjord [86], not far from Oslo, the result of collaboration between the local administration and various entities and companies, such as Haptic Architects and Oslo Works, also aims to regenerate the area of a parking lot in a state of degradation and abandonment, transforming it into a global centre for the start of a sustainable oceanic economy through integrated water management, the protection of biodiversity at all scales and the implementation of sustainable mobility solutions (Fig. 29). The transformation of the current car park will create a walkable landscape with green spaces, an accessible promenade and a new public port in collaboration with the municipal agenda that aims to develop zero-emission projects. The area will be connected internally through cycle paths and externally by the light rail which will also be redeveloped and upgraded to ensure a direct connection of the area with Oslo and the surrounding districts [87].*

*Beyond these first and most striking design experiences, even without fully realising it, a process of recovery of urban spaces removed from parking functions has been underway for years. In many cities, even Italian, entire squares, once*

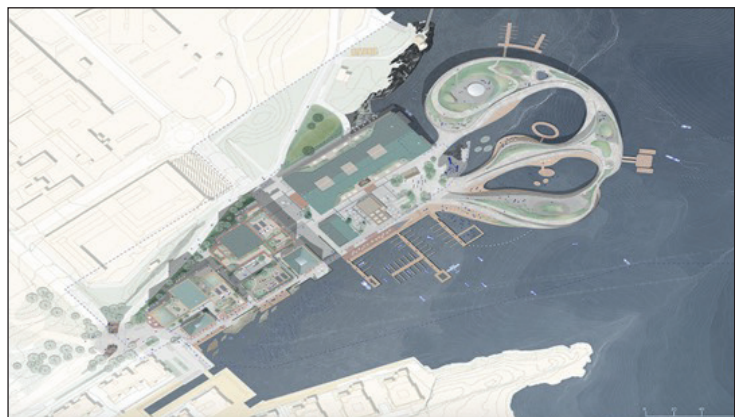


Figura 29 – Panorama di Fornebu Brygge con vista prima e dopo il ripristino dell'area [88].  
 Figure 29 – Panorama of Fornebu Brygge with views before and after the restoration of the area [88].

Le principali aree di intervento potrebbero riguardare:

- il recupero della sede viaria per una maggiore separazione della mobilità motorizzata (individuale e collettiva) e la mobilità pedonale e ciclabile con beneficio innanzitutto per la sicurezza di pedoni e ciclisti che, secondo le statistiche diffuse dall'ISTAT per l'anno 2023 [90], sperimentano un indice di mortalità pari, rispettivamente, a circa 4 e 2 volte quello degli occupanti di autovetture;
- il riutilizzo degli spazi interni agli edifici destinati alla sosta, sia per spazi condivisi, parcheggi e garages – come avvenuto per il garage Traversi, uno dei primi edifici di Milano in cemento armato trasformato nel 2023 da parcheggio multipiano a negozio di lusso [91], o per un ex garage situato al piano terra di un edificio di inizio Novecento nei pressi del porto di Palermo che nel 2021 è diventato un ristorante [92] – sia per spazi privati, come i box auto trasformati in appartamenti completi mostrati in [93];
- l'individuazione degli “share-porti” ossia strutture di grandi dimensioni per la sosta notturna, riparazione e ricarica delle migliaia di veicoli delle flotte di sharing.

In questo scenario, non appare ancora chiaro quale sarà la tendenza all'insediamento e come questo si ripercuoterà sulla dispersione urbana. In altre parole, anche il pendolarismo in automobile risulterà più agevole e, dunque, le persone potrebbero scegliere di allontanarsi dai centri cittadini per godersi la natura o scegliere di rimanere in città per beneficiare dell'ambiente più vivibile e salubre. Tale secondo scenario, benché la scelta sia for-

*destined for huge open-air parking lots, have been converted into pedestrian squares, as in the case of Piazza Garibaldi in Naples shown in Fig. 30, before and after the transformation intervention connected to the construction of Metro Line 1 [89].*

*However, it is conceivable that the process of reducing the areas dedicated to parked cars and the spread of alternative services of self-driving car sharing and collective mobility will allow much more significant transformations of cities, for which, to date, an adequate urban and architectural planning capacity has not yet matured.*

*The main areas of intervention could concern:*

- *the recovery of the road site for a greater separation of motorised mobility (individual and collective) and pedestrian and cycling mobility with the first benefit for the safety of pedestrians and cyclists who experience a mortality rate equal to, respectively [90], about 4 and 2 times that of car occupants, according to the statistics released by ISTAT for the year 2023;*
- *the reuse of the internal areas of the buildings intended for parking, both for shared spaces, parking lots and garages – as happened for the Traversi garage, one of the first buildings in Milan in reinforced concrete transformed in 2023 from multi-storey parking to luxury store [91], or for a former garage located on the ground floor of a building of the early twentieth century near the port of Palermo that in 2021 became a restaurant [92] – and for private areas, such as car garages transformed into complete apartments shown in [93];*
- *the identification of “share-ports”, i.e. large facilities for*

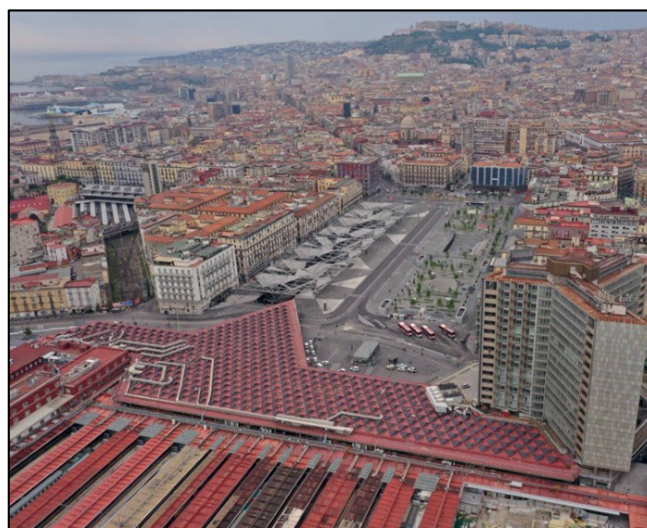


Figura 30 – Piazza Garibaldi a Napoli: a destra nel 1998 prima dell'intervento; a sinistra oggi dopo l'intervento di trasformazione.

Figure 30 – Piazza Garibaldi in Naples: on the right in 1998 before the intervention; on the left today after the transformation intervention.

temente influenzata dalle preferenze individuali, appare il più probabile, grazie alla migliorata qualità della vita in città e anche per i maggiori costi di un servizio di sharing connessi alla maggiore distanza da percorrere; nonché alle maggiori difficoltà di gestire le flotte di auto in aree a bassa densità che potrebbe spingere al permanere del modello di possesso del veicolo.

Va infine osservato che l'idea di una 'città senza auto', car-free city, è un tema affrontato ripetutamente nel dibattito urbanistico e nelle riflessioni sulla mobilità. In letteratura, questo concetto è stato esplorato per decenni, a partire dai primi lavori che mettevano in luce le criticità del modello auto-centrico (come, ad esempio, [6][94]) passando per [95], considerato pioniere nella formalizzazione di un modello di città 'car-free', fino a lavori più recenti che ne evidenziano i benefici in termini sociali, economici e ambientali ([96][97][98][99]). Tuttavia, finora, questo approccio ha trovato applicazione pratica solo in zone urbane circoscritte dove l'accesso alle automobili è stato limitato o ridotto. Questo filone culturale ha però sempre fatto riferimento alle tecnologie esistenti e, in particolare, al modello di uso dell'auto che ha caratterizzato i decenni scorsi. Oggi si potrebbe porre con modalità ed ipotesi diverse nella città post auto.

Dall'altra parte, il trasporto pubblico locale per effetto della settima rivoluzione vedrà una profonda trasformazione nella configurazione e nella gestione dei servizi sia su ferro che su gomma; fino ad arrivare a superare la tradizionale distinzione tra trasporti individuali e collettivi a favore di una visione unitaria ed integrata in un'ottica di una "città della mobilità come servizio".

### 3.2 La nuova struttura dei servizi di trasporto collettivo, il paradigma MaaS e sistemi di smart demand management

Anche la funzione e la struttura dei servizi di trasporto non-individuale dovrebbero subire delle notevoli trasformazioni per effetto della settima rivoluzione. Oggi il trasporto collettivo è tipicamente associato a servizi di linea, ossia a percorso e orario di esercizio predefiniti e sostanzialmente fissi durante la giornata, effettuati su gomma con autobus o su ferro con ferrovie regionali, metropolitane urbane e linee tranviarie. I secondi sono detti anche servizi di trasporto rapido di massa o in sede propria, in quanto non utilizzano la carreggiata stradale utilizzata dalle automobili. Ad oggi, è immaginabile che le traiettorie dei due sistemi, gomma e ferro, divergeranno nelle città del futuro. Infatti, nonostante la massimizzazione dell'efficienza delle flotte, l'automobile non può competere con gli elevati livelli di capacità e densità assicurati dal trasporto su ferro; basti pensare che un servizio di metropolitana può raggiungere una capacità di linea di 35.000 passeggeri/h per direzione di marcia. I veicoli del trasporto pubblico, dunque, possono trasportare un numero molto più elevato di persone contemporaneamente, riducendo così la congestione e ottimizzando l'utilizzo dello spazio

*overnight parking, shelter and recharging of the thousands of vehicles in the sharing fleets.*

*In this scenario, it is not yet clear what the settlement trend will be and how this will affect urban dispersion. In other words, commuting by car will also be easier and, therefore, people could choose to move away from the city centres to enjoy nature or choose to stay in the city to benefit from the more liveable and healthier environment. This second scenario appears the most likely, despite the choice being strongly influenced by individual preferences, thanks to the improved quality of life in the city and also due to the higher costs of a sharing service connected to the greater distance to be travelled; as well as the greater difficulties of managing car fleets in low-density areas that could push the vehicle ownership model to remain.*

*Finally, it should be noted that the idea of a 'car-free city' is a topic repeatedly addressed in the urban debate and in reflections on mobility. In literature, this concept has been explored for decades, starting from the first works that highlighted the criticalities of the self-centred model (such as, for example, [6][94]) through to [95], considered a pioneer in the formalisation of a 'car-free' city model, to more recent works that highlight its benefits in social, economic and environmental terms ([96][97][98][99]). However, so far, this approach has found practical application only in limited city areas where access to cars has been limited or reduced. This cultural strand, however, has always referred to existing technologies and, in particular, to the model of car use that has characterised the past decades. Today it could be put with different methods and theories in the post automobile city.*

*On the other hand, as a result of the seventh revolution, local public transport will see a profound transformation in the configuration and management of services on both rail and road; up to overcoming the traditional distinction between individual and collective transport in favour of a unitary and integrated vision with a view to a "city of mobility as a service".*

### 3.2 New structure of collective transport services, the MaaS paradigm and smart demand management systems

*The function and organisation of non-individual transport services should also undergo considerable transformations as a result of the seventh revolution. Today, collective transport is typically associated with scheduled services, that is, with a predefined route and operating time that is substantially fixed during the day, carried out by road with bus or by rail with regional railways, urban subways and tram line services. The latter are also called mass or right of way rapid transport services, as they do not use the carriageway used by cars. To date, it is conceivable that the trajectories of the two road and rail systems will diverge in the cities of the future. In fact, despite the maximisation of fleet efficiency, the car cannot compete with the high levels of capacity and density ensured by rail transport; just think that a metro service can reach a line capacity of 35,000 passengers/h*

urbano. L'inefficienza spaziale dei veicoli a motore privati rispetto a quelli rapidi di massa è illustrata nella Fig. 31, che mostra il numero di persone che possono attraversare una corsia da 3,5 metri in un'ora con diverse tecnologie di trasporto.

Per questo motivo, rimane pressante la necessità di innovare e rendere più efficiente le modalità di trasporto collettivo in sede propria e integrarle con le altre forme di mobilità, non solo dal punto di vista modale attraverso soluzioni combinate (ad esempio, parcheggi – o meglio – aree di intercambio), ma anche dal punto di vista della frequenza delle corse e delle operazioni di prenotazione e tariffazione. Già oggi, in molte città – Roma, Milano, Parigi, Londra, ecc. – esistono diverse linee di metropolitane automatiche, o driverless ([101][102][103]), che consentono di abbattere i costi di esercizio e offrire servizi su archi temporali molto ampi e con frequenze adattate al giorno e alla fascia oraria. Si può immaginare che queste tecnologie saranno estese a tutti i sistemi ferroviari migliorandone le prestazioni e riducendo i costi. Il trasporto di linea su gomma, invece, potrà sperimentare due evoluzioni molto diverse. Da una parte, per le direttrici a domanda sostenuta si va verso sistemi in sede propria, BRT (Bus Rapid Transit) o tram, grazie alla possibilità di sfruttare la capacità stradale liberata dalle auto in sosta; dall'altra, per contesti a domanda più debole e dispersa sul territorio, si va verso l'adozione di servizi a chiamata che combinano flessibilità ed efficienza in un'ottica di piena corrispondenza tra domanda e offerta. In particolare, i sistemi BRT combinano la flessibilità degli autobus con l'efficienza dei sistemi ferroviari in quanto utilizzano corsie dedicate, separate dal traffico privato, che permettono ai mezzi di

*per direction of travel. Public transport vehicles, therefore, can transport a much higher number of persons at the same time, thus reducing congestion and optimising the use of urban areas. Fig. 31 illustrates the spatial inefficiency of private motor vehicles compared to mass rapid ones, which shows the number of people who can cross a 3.5-metre lane in one hour with different transportation technologies.*

*For this reason, there is still a pressing need to innovate and make collective transport methods more efficient in-situ and integrate them with other forms of mobility, not only from the modal point of view through combined solutions (for example, car parks – or rather – interchange areas), but also from the point of view of the frequency of trips and booking and pricing operations. In many cities – Rome, Milan, Paris, London, etc. – there are already today several automatic or driverless metro lines, ([101][102][103]), which allow reducing operating costs and offering services over very large time frames and with frequencies adapted to the day and time slot. We can imagine that these technologies will be extended to all railway systems, improving their performance and reducing costs. On the other hand, road transport can undergo two very different evolutions. On the one hand, for high-demand routes, we move towards right of way systems, BRT (Bus Rapid Transit) or trams, thanks to the possibility of exploiting the road capacity freed up by parked cars; on the other, for contexts with weaker and more dispersed demand in the territory, we go towards the adoption of on-call services that combine flexibility and efficiency with a view to fully matching supply and demand. In particular, BRT systems combine the flexibility of buses with the efficiency of railway systems as they use dedicated lanes, separated from private traffic, which allow vehicles to move quickly even in the presence of heavy*

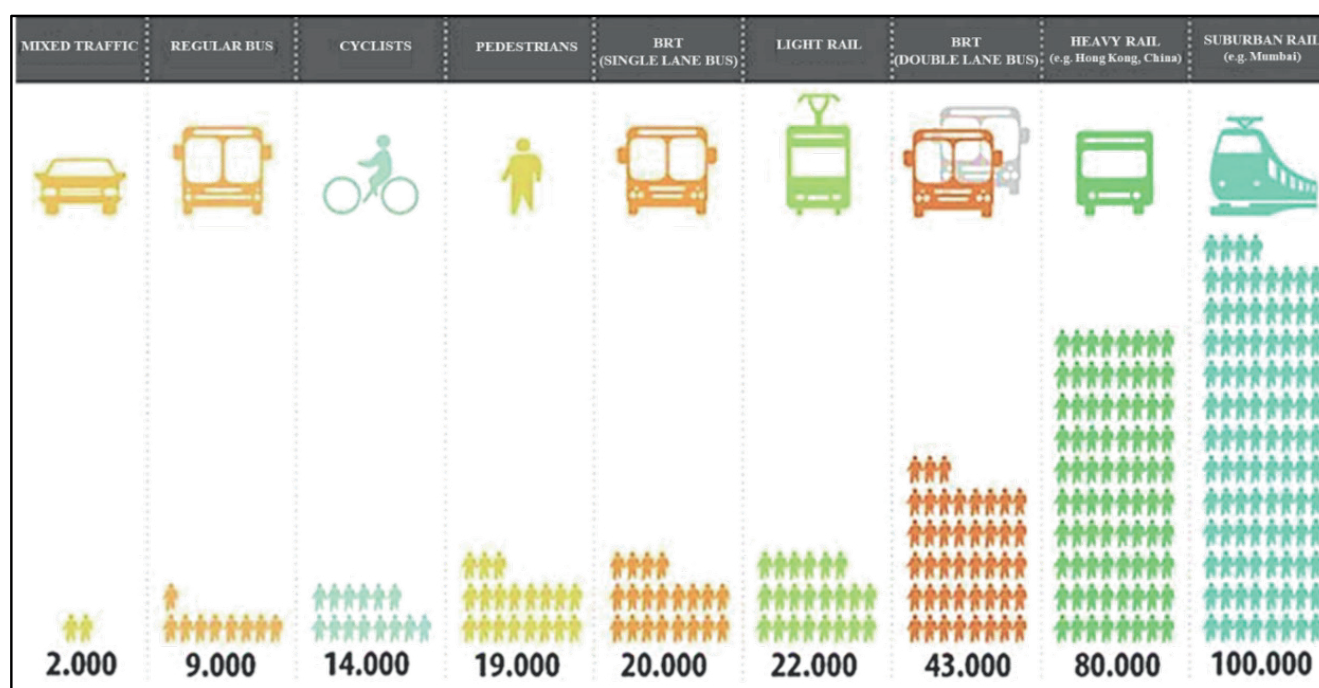


Figura 31 – Capacità di carico delle diverse tecnologie di trasporto [100].  
 Figure 31 – Load capacity of the different transport technologies [100].

muoversi rapidamente anche in presenza di elevata congestione stradale [104]. Ciò si traduce in maggiore efficienza e prestazioni elevate (maggiore puntualità e frequenza). A ciò si aggiunge l'utilizzo di veicoli e terminali potenziati. I veicoli presentano caratteristiche quali alta capacità, layout di incarozzamento ottimizzato per ridurre i tempi di fermata, alimentazioni green, ecc.; mentre, i terminali sono molto più simili a stazioni e dotati di servizi accessori e tecnologicamente avanzati quali infotainment, e-ticketing, ecc. L'attrattiva di tale servizio è, poi, ulteriormente incrementata da una strategia di branding che lo rende immediatamente riconoscibile dall'utente e ne promuove la fidelizzazione. Servizi BRT sono già presenti in diverse città italiane come, ad esempio, Perugia [105], Taranto [106] e Bari [107]. Anche nel caso di sistemi di linea, è ipotizzabile l'utilizzo di veicoli autonomi, Autonomous BRT, che di nuovo dovrebbero garantire prestazioni migliori e costi minori. Sia nel caso dei servizi su ferro che su gomma rapidi, le stazioni/fermate, nonché le aree di parcheggio/intercambio, non saranno più semplici nodi intermodali, ma veri e propri hub di servizi, con diverse attività e funzioni urbane; alcune strettamente legate alla mobilità (es. possibilità di ricarica di veicoli elettrici), ma anche servizi al cittadino (es. sportelli per pratiche amministrative), attività di svago, ecc. Tali hub urbani mirano a creare spazi accessibili e integrati, in grado di soddisfare le diverse esigenze dei cittadini, promuovendo la sostenibilità, l'efficienza e la qualità della vita urbana. Per quanto riguarda i servizi a chiamata, noti in letteratura come Demand Responsive Transport (DRT), si tratta di sistemi a metà tra i servizi taxi e quelli di linea, che presentano diverse possibili soluzioni, a partire da un percorso fisso con fermate definite che possono essere o meno prenotate, fino ad arrivare a un percorso totalmente variabile da tutti i punti a tutti i punti (many-to-many), passando per soluzioni intermedie che prevedono un'area buffer ristretta in cui poter estendere il servizio (Fig. 32).

La piena corrispondenza tra domanda e offerta assicurata da questi sistemi evita la presenza di mezzi che viaggiano vuoti (o quasi) e, dunque, porta un beneficio anche in termini di riduzione delle emissioni. Se a ciò si aggiunge il fatto che per i DRT si impiegano solitamente mezzi di ridotte dimensioni con alimentazione green, il beneficio cresce ulteriormente. Molti studi hanno quantificato tale riduzione in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, mostrando che l'introduzione di tali sistemi può arrivare a generare un risparmio maggiore dell'80% ([109][110]). Tali sistemi saranno prevedibilmente disponibili anche con veicoli a guida autonoma come nel caso delle prime sperimentazioni di Monaco di Baviera [111] e Ginevra [112], aumentando ulteriormente la capillarità e la flessibilità e riducendone i costi.

La trasformazione della mobilità urbana potrà andare al di là della evoluzione dei trasporti individuali e collettivi come li percepiamo oggi, evolvendo verso una visione unitaria dei servizi di mobilità, o i MaaS (Mobility-as-a-Service) come vengono definiti attualmente, pur se con rife-

*road congestion [104]. This translates into greater efficiency and high performance (greater punctuality and frequency). In addition to this is the use of upgraded vehicles and terminals. The vehicles have features such as high capacity, optimised carriage layout to reduce stop times, green power supplies, etc.; while the terminals are much more similar to stations and equipped with accessory and technologically advanced services such as infotainment, e-ticketing, etc. The attractiveness of this service is then further increased by a branding strategy that makes it immediately recognisable by the user and promotes loyalty. BRT services are already present in several Italian cities such as, for example, Perugia [105], Taranto [106] and Bari [107]. Even in the case of line systems, we can hypothesise the use of autonomous vehicles, Autonomous BRT, which again should guarantee better performance and lower costs. Both in the case of rapid rail and road services, the stations/stops, as well as the parking/interchange areas, will no longer be simple intermodal nodes, but real service hubs, with different urban activities and functions; some closely related to mobility (e.g. possibility of charging electric vehicles), but also services for the citizen (e.g. counters for administrative procedures), leisure activities, etc. These urban hubs aim to create accessible and integrated spaces, capable of meeting the different needs of citizens, promoting sustainability, efficiency and the quality of city life. As for on-call services, known in literature as Demand Responsive Transport (DRT), these are systems halfway between taxi and scheduled services, which present several possible solutions, starting from a fixed route with defined stops that can be booked or not, up to a totally variable route from all points to all points (many-to-many), passing through intermediate solutions that provide a restricted buffer area in which the service can be extended (Fig. 32).*

*The full correspondence between demand and supply ensured by these systems avoids the presence of vehicles that travel empty (or almost) and, therefore, also brings a benefit in terms of reducing emissions. The benefit grows even more if in addition to this there are small green power vehicles which are usually used for DRTs. Many studies have quantified this reduction in terms of CO<sub>2</sub> emissions, proving that the introduction of such systems can generate savings of more than 80% ([109][110]). Such systems will predictably also be available with self-driving vehicles as in the case of the first trials in Munich [111] and Geneva [112], further increasing their capillarity and flexibility and reducing the costs thereof.*

*The transformation of urban mobility will be able to go beyond the evolution of individual and collective transport as we perceive it today, evolving towards a unitary vision of mobility services, or MaaS (Mobility-as-a-Service) as they are currently defined, although with reference mainly to traditional collective transport systems. Therefore, different mobility services will be available, from individual cars to mass transport, with different price options that will probably not be fixed, as is the case today, but will be paid in relation to the individual trip, as in advanced yield management systems for air or rail transport. You can therefore have different rates in*

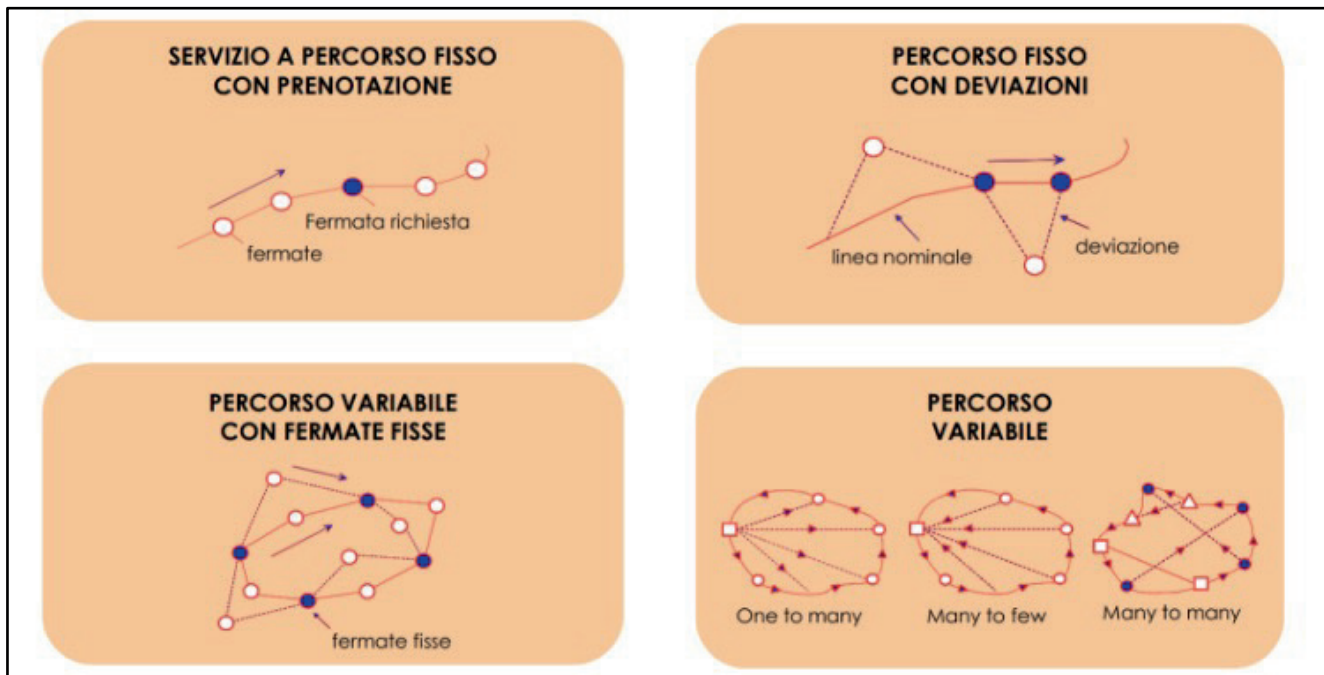


Figura 32 – Differenti tipologie di servizi a chiamata [108].  
 Figure 32 – Different types of on-call services [108].

rimento principalmente ai sistemi di trasporto collettivo tradizionale. Saranno, quindi, disponibili diversi servizi di mobilità, dall'auto individuale al trasporto di massa, con diverse opzioni di prezzo che probabilmente non saranno fisse, come avviene oggi, ma si pagherà in relazione al singolo viaggio, come nei sistemi avanzati di yield management del trasporto aereo o ferroviario. Si potranno quindi avere tariffe differenziate in relazione al livello di comfort, all'orario e al livello di congestione, alla disponibilità di attendere per il servizio, alla flessibilità del percorso e così via, come se si stesse scegliendo da una sorta di 'menù dei trasporti' [113]. L'adattamento dinamico dei servizi e delle tariffe in risposta alla domanda, noto in letteratura come 'Flexible Mobility On Demand (FMOD)', ovviamente, richiede algoritmi complessi di previsione della domanda e di ottimizzazione della tariffazione e dell'erogazione del servizio come quello proposto da [114] [115]. Un altro aspetto rilevante in questo contesto è la segmentazione dei clienti. Questo significa che le aziende non trattano tutti i clienti allo stesso modo, ma li suddividono in gruppi in base a caratteristiche specifiche come la disponibilità a pagare, le preferenze di acquisto o il tipo di utilizzo del servizio. Le tariffe potrebbero essere personalizzate per ciascun segmento, massimizzando il valore derivante da ogni gruppo ([116][117]). In altre parole, come mostrato in Fig. 33, a partire dall'insieme dei servizi disponibili, delle possibili tariffe, della presenza o meno di servizi accessori, ecc., in una prima fase, vi è una selezione delle diverse opzioni che sono coerenti con la domanda e l'offerta al momento della richiesta; successivamente, attraverso un processo di ottimizzazione delle combinazioni delle opzioni elementari (proprio come se fossero gli

relation to the level of comfort, the time and the level of congestion, the willingness to wait for the service, the flexibility of the route and so on, as if you were choosing from a sort of 'transport menu' [113]. The dynamic adaptation of services and tariffs in response to demand, known in literature as 'Flexible Mobility On Demand (FMOD)', of course, requires complex algorithms for forecasting demand and optimising pricing and service delivery such as the one proposed by [114] [115]. Another relevant aspect in this context is customer segmentation. This means that companies do not treat all customers the same way but divide them into groups based on specific characteristics such as willingness to pay, purchasing preferences or the type of use of the service. Rates could be customised for each segment, maximising the value deriving from each group ([116][117]). In other words, as shown in Fig. 33, in a first phase, starting from the set of available services, possible rates, the presence or not of ancillary services, etc., there is a selection of the different options that are consistent with the demand and supply at the time of the request; subsequently, different travel solutions are proposed to the user through a process of optimisation of the combinations of elementary options (just as if they were the ingredients of a recipe), which makes the most of the availability of services and adapts the rates to the level of congestion, willingness to pay, etc., (as if they were different dishes obtained from those ingredients, hence the similarity with the menu).

While, on the one hand, the technological innovations of the seventh revolution could make motorised transport modes more efficient and attractive; on the other, they can be used to encourage forms of micromobility and soft mobility (feet and bikes) and, more generally, to "manage" urban

ingredienti di una ricetta), che sfrutta al meglio la disponibilità dei servizi e adegua le tariffe al livello di congestione, della disponibilità a pagare ecc., si propongono all'utente diverse soluzioni di viaggio (come se fossero diverse pietanze ottenute da quegli ingredienti, da qui la similitudine con il menù).

Se, da una parte, le innovazioni tecnologiche della settima rivoluzione potrebbero rendere più efficienti e attrattive le modalità di trasporto motorizzato; dall'altra, possono essere utilizzate per incentivare forme di micromobilità e mobilità dolce (piedi e bici) e, più in generale, per "gestire" la mobilità urbana in modo da ridurre i fenomeni di congestione e promuovere l'utilizzo di modalità di trasporto più sostenibili e più salubri. Questi obiettivi, già oggi, possono essere perseguiti migliorando l' "offerta di pedonalità" con la creazione di infrastrutture sicure e confortevoli: marciapiedi ampi e continui, attraversamenti pedonali ben visibili e percorsi protetti, illuminazione adeguata e l'arredo urbano.

Questi strumenti potranno essere affiancati da altri basati sulle nuove tecnologie che rientrano nella ampia classe delle tecnologie per la gestione intelligente della mobilità (smart mobility management). Queste vanno dalla promozione dei pacchetti di viaggio intermodali di cui si è detto nei sistemi MaaS, alla maggiore efficacia delle politiche di restrizione dell'utilizzo di veicoli motorizzati basate su tecnologie di controllo remoto (telecamere e image recognition per il rilievo delle targhe). Appartengono a questa tipologia di politiche quelle di limitazione della sosta, zone 30 per rallentare il flusso veicolare, zone a basse emissioni (note in letteratura come Low Emission Zone – LEZ [118]) in cui l'accesso è vietato ai veicoli più inquinanti, le strade e le piazze scolastiche [119] mirate a trasformare gli spazi antistanti le scuole in ambienti più sicuri, vivibili e a misura di bambino, l'adozione di spazi urbani da parte degli stessi cittadini per permetterne la salvaguardia e la valorizzazione e la limitazione di accesso a zone a traffico limitato grazie alle tecnologie di remote control (telecamere e image recognition).

A queste politiche, già oggi in uso e rese più efficaci dalla possibilità di controlli automatizzati, se ne possono aggiungere altre che oggi sono ancora nella fase di studio. Da molti anni si parla di politiche di road pricing finalizzate alla riduzione della congestione in città. Queste politiche, pur molto apprezzate dagli studiosi di mobilità urbana ([120][121]), trovano, ad oggi, applicazioni limita-

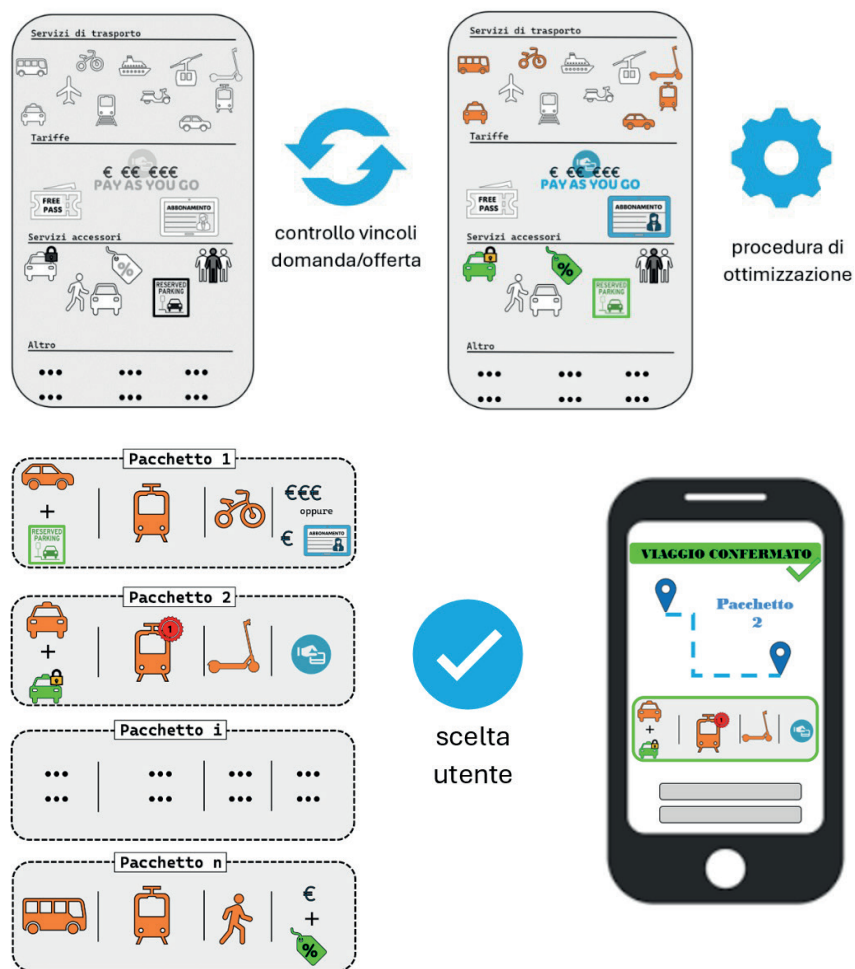


Figura 33 – Flexible Mobility On Demand e i pacchetti di mobilità.  
 Figure 33 – Flexible Mobility On Demand and mobility packages.

mobility in order to reduce congestion and promote the use of more sustainable and healthier transport modes. These objectives can be pursued already today by improving the "pedestrian offer" with the creation of safe and comfortable infrastructures: wide and continuous sidewalks, clearly visible pedestrian crossings and protected paths, adequate lighting and urban decoration.

These tools can be supported by others based on new technologies that fall into the broad class of technologies for intelligent mobility management (smart mobility management). These range from the promotion of intermodal travel packages mentioned in MaaS systems, to the greater effectiveness of policies to restrict the use of motor vehicles based on remote control technologies (cameras and image recognition for licence plate surveys). These types of policies include those of limiting parking, 30 km/h zones to slow down the flow of vehicles, low-emission zones (known in literature as the Low Emission Zone – LEZ [118]) in which access is forbidden to the most polluting vehicles, roads and school squares [119] aimed at transforming the spaces in front of schools into safer, more liveable and child-friendly environ-

te come tipologie di pricing; si hanno tariffe fisse per lo più ad un cordone per entrare nei centri urbani, come la zona C a Milano o la Congestion Charge Zone (CCZ) a Londra o ancora la Stockholm Congestion Charge (Trängselskatt) nella capitale svedese ([122][123][124]). Tuttavia, già da anni in letteratura si immaginano forme più complesse di pricing per regolare tramite il prezzo comportamenti di mobilità in relazioni ai livelli di congestione, di inquinamento, di disponibilità di alternative di percorso o modi di trasporto. I contributi si distinguono in due filoni: i. sistemi di trip pricing [125]; ii. sistemi di crediting [126]. I primi applicano il pricing ai percorsi, rappresentando i possibili viaggi su qualsiasi modalità o combinazione di modalità nella rete di trasporto, piuttosto che su collegamenti esclusivamente per auto (in questo senso, il road pricing è un caso particolare del trip pricing in cui l'unica modalità di trasporto utilizzata è l'auto); mentre, i secondi mirano ad incentivare comportamenti di mobilità sostenibili premiando, ossia fornendo dei "crediti", a chi fa scelte virtuose. In altre parole, quando le persone utilizzano mezzi pubblici, biciclette, monopattini elettrici o veicoli a basse emissioni, accumulano crediti che possono essere utilizzati per ottenere vantaggi economici, come sconti sul costo del trasporto o l'accesso a zone a traffico limitato. Le tecnologie sviluppate negli ultimi anni consentirebbero già oggi di tracciare gli spostamenti e, dunque, l'applicazione di un pedaggiamento differenziato o la gestione di un sistema di crediti di mobilità.

#### 4. Conclusioni

L'avvento di nuove forme di mobilità e le relative evoluzioni hanno condizionato la conformazione del tessuto urbano nel corso dei secoli. Le città di oggi sono, almeno nel caso di città storiche, la sovrapposizione della città del carro, della città ferroviaria e della città dell'auto. Similmente, la decarbonizzazione, la mobilità autonoma e connessa e i nuovi servizi di mobilità, direttrici principali della 7° rivoluzione, hanno il potenziale di produrre trasformazioni urbane nei prossimi decenni, disegnando una città del futuro caratterizzata dalla presenza di modalità di trasporto e strumenti di organizzazione della offerta e di gestione della domanda di mobilità che oggi sono solo nella fase preliminare. È possibile immaginare un nuovo rapporto con l'automobile, o più propriamente i veicoli di mobilità individuale, i nuovi servizi di Mobility as a Service, le nuove politiche di pricing o i nuovi servizi di trasporto collettivo. Queste innovazioni rivoluzionarie potranno influire sulla struttura delle città e l'utilizzazione degli spazi pubblici e privati, consentendo una evoluzione dalla città dell'auto ad una città post-auto. In generale, si può immaginare una città con una utilizzazione più equilibrata ed una maggiore separazione degli spazi fra mobilità motorizzata, a prescindere dal vettore energetico, e la mobilità ciclo-pedonale, almeno per le aree a maggiore densità insediativa. Questo nuovo assetto potrà consentire anche di ripensare l'utilizzazione degli spazi e il recupero di funzioni per le aree periferiche, secondo un approccio

*ments, the adoption of urban areas by citizens themselves to allow their protection and enhancement and the limitation of access to limited traffic areas thanks to remote control technologies (cameras and image recognition).*

*Others can be added to these policies, already in use and made more effective by the possibility of automated controls, that are still in the study phase. For many years we have been talking about road pricing policies aimed at reducing congestion in the city. These policies, although highly appreciated by researchers of urban mobility ([120][121]), to date have limited applications as types of pricing; there are fixed rates mostly on a cordon to enter city centres, such as zone C in Milan or the Congestion Charge Zone (CCZ) in London or even the Stockholm Congestion Charge (Trängselskatt) in the Swedish capital ([122][123][124]). However, for years in literature, more complex forms of pricing have been imagined to discipline mobility behaviours through price in relation to the levels of congestion, pollution, availability of alternative routes or transport modes. The contributions are divided into two strands: i. trip pricing systems [125]; ii. credit systems [126]. The former apply pricing to routes, representing possible trips on any mode or combination of modes in the transport network, rather than on connections exclusively by car (in this sense, road pricing is a special case of trip pricing in which the only transport mode used is the car); while the latter aim to encourage sustainable mobility behaviours by rewarding, that is, providing "credits" to those who make virtuous choices. In other words, when people use public transport, bicycles, electric scooters or low-emission vehicles, they accumulate credits that can be used to obtain economic benefits, such as discounts on the cost of transport or access to restricted traffic areas. The technologies developed in recent years would already allow the tracking of displacements and, therefore, the application of differentiated tolling or the management of a mobility credit system.*

#### 4. Conclusions

*The advent of new forms of mobility and the related evolutions have conditioned the conformation of the urban fabric over the centuries. Today's cities are, at least in the case of historical cities, the overlap of the city of the wagon, the railway city and the automobile city. Similarly, decarbonisation, autonomous and connected mobility and new mobility services, the main drivers of the 7<sup>th</sup> revolution, have the potential to produce city transformations in the coming decades, designing a city of the future characterised by the presence of transport modes and tools for organising the supply and management of the demand for mobility that are only in the preliminary phase today. A new relationship can be imagined with the car, or more properly individual mobility vehicles, new Mobility as a Service, new pricing policies or new collective transport services. These revolutionary innovations will have an impact on the structure of cities and the use of public and private areas, allowing an evolution from the automobile city to a post-automobile city. In general, we can imagine a city with a more balanced use and a greater separation of areas between motorised mo-*

che potremmo definire di recupero degli spazi dell'automobile. Dal punto di vista della diffusione, è possibile immaginare che alcune innovazioni saranno utilizzate ampiamente perché corrispondono a cambiamenti di paradigma, come ad esempio il passaggio dal possesso all'uso dei veicoli individuali, la diffusione di forme di sharing con veicoli autonomi, l'introduzione di sistemi collettivi automatici e di servizi Demand Responsive non di linea. Altre innovazioni sono, invece, degli abilitatori di un set più ampio di politiche urbane, come i crediti di mobilità e la riserva di maggiori spazi per la mobilità dolce e, quindi, forniranno alle diverse città una maggiore possibilità di effettuare scelte. Si può immaginare che la dimensione della città non aumenti ancora, sia per il calo demografico, sia perché le innovazioni anticipabili non alterano significativamente la velocità di spostamento urbano e, quindi, la dimensione spaziale massima. Potrebbe andare in direzione contraria la diffusione di massa di vettori aerei a decollo e atterraggio verticale (VTOL) di cui pure i primi prototipi sono in sperimentazione. Questa modalità di trasporto potrà svilupparsi per usi commerciali, ma l'elevato costo dell'energia necessaria per il sostentamento in aria, ad oggi, sembra indicare una utilizzazione di nicchia piuttosto che una diffusione paragonabile a quella dei veicoli terrestri. Pur con queste considerazioni generali, non è possibile prefigurare, ad oggi, la evoluzione delle città come è avvenuto per le rivoluzioni del passato, secondo una caratteristica propria dei cambiamenti rivoluzionari. Sarà necessario seguire con attenzione le trasformazioni che si concretizzeranno nei prossimi decenni, non dando per scontata la organizzazione attuale dei sistemi di mobilità e dello spazio urbano, ma piuttosto immaginando nuovi approcci alla progettazione urbana che tengano in conto delle innovazioni della settima rivoluzione.

*bility, regardless of the energy carrier, and cycle-pedestrian mobility, at least for areas with a higher settlement density. This new structure will also allow us to rethink the use of spaces and the recovery of functions for peripheral areas, according to an approach that we could define as the recovery of car spaces. From the point of view of diffusion, we can imagine that some innovations will be widely used because they correspond to paradigm changes, such as the transition from ownership to the use of individual vehicles, the diffusion of forms of sharing with autonomous vehicles, the introduction of automatic collective systems and non-line Demand Responsive services. Other innovations are, instead, the enablers of a broader set of urban policies, such as mobility credits and the reserve of more spaces for soft mobility and, therefore, will provide different cities with a greater possibility to make choices. We can imagine that the size of the city does not increase yet, both because of the demographic decline, and because the anticipated innovations do not significantly alter the speed of urban movement and, therefore, the maximum spatial size. The mass diffusion of vertical take-off and landing (VTOL) air carriers, of which the first prototypes are also being tested, could go in the opposite direction. This transport mode may be developed for commercial uses, but the high cost of energy necessary for subsistence in the air, to date, seems to indicate a niche use rather than a diffusion comparable to that of land vehicles. Despite these general considerations, to date, we cannot pre-figure the evolution of cities as happened for the past revolutions, according to a characteristic of revolutionary changes. We will have to carefully follow the transformations that will take place in the coming decades, not taking for granted the current organisation of mobility systems and urban space but rather imagining new approaches to design that consider the innovations of the seventh revolution.*

#### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] CASCETTA E., HENKE I. (2023), "The seventh transport revolution and the new challenges for sustainable mobility". *Journal of Urban Mobility*, Vol. 4, 100059, <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100059>.
- [2] CASCETTA E., HENKE I., DI BARTOLOMEO M.I. (2021a), "Le sei rivoluzioni dei trasporti e le loro evoluzioni. Una breve storia dalle origini ai giorni nostri". *Ingegneria Ferroviaria*, Vol. 76, Issue 5, 389–418.
- [3] CASCETTA E., HENKE I., DI BARTOLOMEO M.I. (2021b), "La settima rivoluzione dei trasporti. Le innovazioni in corso e i possibili scenari futuri". *Ingegneria Ferroviaria*, Vol. 76, Issue 6, 461–492.
- [4] MUSSINELLI E., TARTAGLIA A. (2020), "Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale". Maggioli Editore, collana Studi e Progetti, ISBN 978-88-916-3891-5.
- [5] VIOLA F. (2005), "Ferrovie in città. Luoghi e architetture nel progetto urbano". Officina Editore, ISBN 108887570744.
- [6] JACOBS J. (1961), "The death and life of great American cities", Random House, USA.
- [7] VENTURI R., SCOTT BROWN D., IZENOUR S. (1972), "Learning from Las Vegas", Mit Pr, USA.
- [8] MOKHTARIAN P.L., CHEN C. (2004), "TTB or not TTB, that is the question: A review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 38, Issue 9–10, 643–675, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.12.004>.
- [9] ZAHAVI Y. (1974), "Travel time budget and mobility in urban areas". Federal Highway Administration, Washington DC, U.S. Department of Transportation, NTIS PB 234 145.

- [10] ZAHAVI Y., RYAN J.M. (1980), “*Stability of travel components over time*”. *Transportation Research Record*, Vol. 750, 19–26, ISSN: 0361-1981.
- [11] ZAHAVI Y., TALVITIE A. (1980), “*Regularities in travel time and money expenditures*”. Vol. 750, 13–19, ISSN: 0361-1981.
- [12] HUPKES G. (1982), “*The law of constant travel time and trip-rates*”. *Futures*, Vol. 14, Issue 1, 38–46, [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(82\)90070-2](https://doi.org/10.1016/0016-3287(82)90070-2).
- [13] BIEBER A., MASSOT M.H., ORFEUIL J.P. (1994), “*Prospects for daily urban mobility*”. *Transport Reviews*, Vol. 14, Issue 4, 321–339. <https://doi.org/10.1080/01441649408716888>.
- [14] VILHELMSON B. (1999), “*Daily mobility and the use of time for different activities. The case of Sweden*”. *GeoJournal*, Vol. 48, N. 3, 177–185, <https://www.jstor.org/stable/41147369>.
- [15] SCHAFER A., VICTOR D.G. (2000), “*The future mobility of the world population*”. *Transportation research part a: policy and practice*, Vol. 34, Issue 3, 171–205, [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00071-8).
- [16] JOLY I. (2004), “*Travel Time Budget – Decomposition of the worldwide mean*”. In IATUR, ISTAT. *Italian National Statistical Institute. Time Use: What's New in Methodology and Application Fields?* Rome, Italy.
- [17] AHMED A., STOPHER P. (2014), “*Seventy minutes plus or minus 10 – A review of travel time budget studies*”. *Transport Reviews*, Vol. 34, Issue 5, 607–625, <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.946460>.
- [18] ELIASSON J. (2022), “*Will we travel less after the pandemic?*”. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 13, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100509>.
- [19] CHRISTELLER W. (1933), “*Die zentralen Orte in Süddeutschland (Le località centrali della Germania meridionale)*”, Wissenschaftliche Buchgesellschaft – WBG, Germania.
- [20] Wordpress.com: <https://dinromerohistory.wordpress.com/2015/06/05/the-city-of-ur-and-uruk/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [21] GISOTTI G. (2016), “*Uruk, la prima città della storia*”. *Ecologia Urbana*, Vol. 28, Issue 1, 3–9.
- [22] Ancient-wisdom.com: <http://www.ancient-wisdom.com/iraqur.htm>, ultimo accesso marzo 2025.
- [23] ZINGARELLO M. (2014), “*Le mura dimenticate di Nippur. Analisi del circuito urbano di una città mesopotamica nel III millennio a.C.*”. *Contributi e materiali di archeologia orientale*, Vol. 16, 299–333.
- [24] PIGGOTT S. (1978), “*Antiquity depicted: Aspects of archeological illustration*”. Thames and Hudson, London, UK.
- [25] Jeanclaudegolvin.com: <https://jeanclaudegolvin.com/en/memphis/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [26] ZUIDERHOEK A. (2016), “*Urban landscape and environment*”. In *The Ancient City*, 56–77, Cambridge University Press.
- [27] REIS H.A. (2008), “*Emergence of shape and flow structure in nature in the light of constructal theory*”. In: *Shape and Thermodynamics*, Florence University Press, Florence 2008, ISBN: 978-88-8453-836-9.
- [28] TheColosseum.net: <https://the-colosseum.net/wp/it/mappe/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [29] ORBIS.edu: <https://orbis.stanford.edu/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [30] GREGOROVIVUS F. (1875), “*Storia della città di Roma nel Medioevo dal secolo V al XVI*”, Antonelli Editore.
- [31] ESCH A. (2021), “*Roma dal Medioevo al Rinascimento (1378 – 1484)*”. Collana La storia, Viella Editore, ISBN 9788833134536.
- [32] LE GOFF J. (2011), “*La città medioevale*”. Giunti, ISBN 108809758803.
- [33] GROHMANN A. (2003), “*La città medioevale*”. Laterza Editore. ISBN 108842068446.
- [34] DÖRRBECKER M. (2001), “*Mappa delle mura di Erice*”. Disponibile al link: [https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Map\\_of\\_the\\_Mura\\_di\\_Erice.png](https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Map_of_the_Mura_di_Erice.png), ultimo accesso marzo 2025.
- [35] STRAFFORELLO G. (1893), “*La patria, geografia dell'Italia*”. Parte 5, Italia insulare: Sicilia, Unione Tipografico, Torino.
- [36] PLESNER J. (1938), “*Una rivoluzione stradale del Dugento*”. *Acta Jutlandica*, Vol. 10, Issue 1.
- [37] LAZZAROTTI M., MUÑOZ A. (1908), “*Filarete, scultore e architetto del secolo XV*”. W. Modes, editore Roma.
- [38] Beniculturalionline.it: [https://www.beniculturalionline.it/location-3486\\_Piazza-del-Campidoglio---Monte-Capitolino.php](https://www.beniculturalionline.it/location-3486_Piazza-del-Campidoglio---Monte-Capitolino.php), ultimo accesso marzo 2025.
- [39] Meisterdrucke.it: <https://www.meisterdrucke.ie/fine-art-prints/Matteo-Florimi/324967/Map-of-Florence,-1595.html>, ultimo accesso marzo 2025.

- [40] ROMEO R. (1978), *“Cavour e il suo tempo (1842 – 1854)”*. Laterza, Bari.
- [41] BARBOPOULOS N., BALTAS P., MILAKIS D. (2005), *“The impacts of rail transit on urban sprawl and mobility of the western city from late nineteenth century to the Second World War. The case of London and Los Angeles”*. In Proceedings of the 3rd International Conference “Tourism and the History of Transport, Traffic and Mobility”. York, UK, 6–9 October.
- [42] NEWMAN P., KENWORTHY J. (1999), *“Sustainability and cities, overcoming dependence”*. Island Press, Washington D.C., USA. ISBN 1559636602.
- [43] CARPENTIERI G. (2018), *“La risposta all’industrialismo è la scienza dell’urbanistica”*. In Rigenerazione a Salerno. La rigenerazione urbana attraverso la bioeconomia, tesi di laurea, Università degli studi di Parma.
- [44] GARNIER T. (1917), *“Une Cité industrielle, étude pour la construction des villes. De l’utopie à la théorie urbaine”*. Auguste Vincent Editeur, Paris, France.
- [45] HOWARD E. (1989), *“To-morrow: A peaceful path to real reform”*. Swan Sonnenschein & Company, London, UK.
- [46] HOWARD E. (1902), *“Garden cities of to-morrow”*. Swan Sonnenschein & Company, London, UK.
- [47] FERREIRA FRANCO B. (2012), *“Il patrimonio industriale della Sardegna: Il parco geominerario come strumento per lo sviluppo del territorio”*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Cagliari.
- [48] HEBBERT J.M., CLOUT H.D., EHRLICH B. (2025), *“Character of the city”*. Disponibile in: <https://www.britannica.com/place/London/Character-of-the-city>, ultimo accesso marzo 2025.
- [49] MAGGI S. (2021), *“Una breve storia dei treni”*. In “Anno europeo delle ferrovie: il treno come mezzo intelligente, sicuro e sostenibile”, Webinar Formez PA, marzo 2021. Disponibile al link: <http://eventipa.formez.it/node/299125>, ultimo accesso marzo 2025.
- [50] ATKINS A.G., BEAR W., HYDE D.J, TOURRET R. (1975), *“A history of GWR goods wagons”*. Vol. 1. Newton Abbot: David and Charles, Londra, ISBN: 0-7153-6532-0.
- [51] EDWARDS D., PIGRAM R. (1983), *“The golden years of the metropolitan railway and the metro-land dream”*. Midas Book, London.
- [52] PASTOR A.B., CANNIFFE E., JIMÉNEZ C. J. R. (2023), *“Learning from Letchworth and Welwyn garden city: Garden cities policies for the development of existing settlements in the contemporary world”*. Land Use Policy, Vol. 132, ISSN 0264–8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106759>.
- [53] POLLARD, A.J. (1996), *“Middlesbrough: Town and community 1830–1950”*. Sutton Pub, Gloucestershire, UK, ISBN 10–0750912707.
- [54] ALBERTI L.B. (1452), *“De re ædificatoria”*. Trattato manoscritto.
- [55] VITRUVIO POLLIONE M. (≈15 a.C.), *“De architectura”*. Trattato manoscritto.
- [56] INDOVINA F. (1999), *“La città diffusa: Cos’è e come si governa”*. In Dalla città diffusa all’arcipelago metropolitano (F. Indovina ed. 2009), 81–90, Franco Angeli, Milano.
- [57] LI Y., YE H., SUN X., ZHENG J., MENG D. (2021), *“Coupling analysis of the thermal landscape and environmental carrying capacity of urban expansion in Beijing (China) over the past 35 years”*. Sustainability, Vol. 13(2), 584, 10.3390/su13020584.
- [58] Eurostat (2024), *“Key figures on European transport” – 2024 ed.* Disponibile a: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15216629/20875401/KS-01-24-021-EN-N.pdf/57b33b96-c376-0e03-f7e1-11ac0f902eba?version=3.0&t=1737466616960>, ultimo accesso marzo 2025.
- [59] FHWA (2024), *“Summary of Travel Trends: 2022 National Household Travel Survey. Report of Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation”*. Disponibile su <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1356-august-19-2024-household-vehicles-were-parked-95-typical-day-2022>, ultimo accesso marzo 2025.
- [60] Gitnux, <https://gitnux.org/average-parking-spot-size/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [61] Carcitymotors, <https://carcitymotors.com/parking-space-dimensions/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [62] Dott (2023), *“Dott highlights the space occupied by cars in Europe’s cities”*. Report. Disponibile su <https://ridedott.com/press-release/dott-highlights-the-space-occupied-by-cars-in-europes-cities/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [63] BURLANDO C., IVALDI E., PARRA SAIANI P., PENCO L. (2019), *“To own or not to own? Car ownership and consumer awareness: Evidence from an Italian survey”*. Research in Transportation Business & Management, Vol. 33, 100435, ISSN 2210–5395. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100435>.

- [64] FRONTELI M. H., PACHECO PALADINI E. (2023), “Trends, enablers, and barriers for car ownership”. *Transportation Research Record*, Vol. 2677, 1290–1310. <https://doi.org/10.1177/03611981221103863>.
- [65] IACOBUCCI E. (2024), “Would it be weird to live here without a car?": Using social media to understand car ownership decisions". *Transportation*, Springer, Vol. 51, 475–500. <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10340-6>.
- [66] DUARTE F., RATTI C. (2018), “The impact of autonomous vehicles on cities: A review”. *Journal of Urban Technology*. Vol. 25, 4, 3–18, <https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1493883>.
- [67] LEHTONEN E., MALIN F., LOUW T., MUN LEE Y., ITKONEN T., INNAMAA S. (2022), “Why would people want to travel more with automated cars?”. *Transportation Research Part F*, Vol. 89, 143–154. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.06.014>.
- [68] KOLLECK A. (2021), “Does car-sharing reduce car ownership? Empirical evidence from Germany”. *Sustainability*, Vol. 13, Issue 13. <https://doi.org/10.3390/su13137384>.
- [69] LIAO F., MOLIN E., TIMMERMANS H., VAN WEE B. (2020), “Carsharing: The impact of system characteristics on its potential to replace private car trips and reduce car ownership”. *Transportation*, Vol. 47, 935–970. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9929-9>.
- [70] SANDES F. S., LEANDRO J., BOAVENTURA P., DA SILVA JUNIOR A. F. (2019), “I do not own a car anymore: An analysis of possessions’ disposal and changes in consumers’ identities”. *International Journal of Consumer Studies*, Vol. 43, 446–456. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12524>.
- [71] SILVESTRI F., DE FABIIS F., COPPOLA P. (2024), “Consumers’ expectations and attitudes towards owning, sharing, and riding autonomous vehicles”. *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 15. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101112>.
- [72] SMIRNOV A., SMOLOKUROV E., MAZHAIKHOV A., GAREEVA L. (2023), “Changing trends in personal vehicle use”. *Transportation Research Procedia*, Vol. 68, 197–204, ISSN 2352–1465. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.026>.
- [73] MADRIGAL A. (2023), “Rise of the robotaxis: How autonomous vehicles could reshape transportation in San Francisco”. Online article. Disponibile su <https://www.kqed.org/forum/2010101893895/rise-of-the-robotaxis-how-autonomous-vehicles-could-reshape-transportation-in-san-francisco>, ultimo accesso marzo 2025.
- [74] VAZIFEH M.M., SANTI P., RESTA G., STROGATZ S.H., RATTI C. (2018), “Addressing the minimum fleet problem in on-demand urban mobility”. *Nature*, Vol. 557, 534–538. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0095-1>.
- [75] NITSCHKE L. (2020), “Reconstituting automobility: the influence of non-commercial carsharing on the meanings of automobility and the car”. *Sustainability*, Vol. 12, Issue 17, <https://doi.org/10.3390/su12177062>.
- [76] POJANI E., VAN ACKER V., POJANI D. (2018), “Cars as a status symbol: Youth attitudes toward sustainable transport in a post-socialist city”. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, Vol. 58, 210–227, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.003>.
- [77] VERHOEF E.T., VAN WEE B. (2000), “Car ownership and status”. Discussion Paper N. 00–076/3, Tinbergen Institute, Amsterdam and Rotterdam.
- [78] Carlogos.org: <https://www.carlogos.org/reviews/craziest-future-concept-cars.html>, ultimo accesso marzo 2025.
- [79] DE VOS J., LÄTTMAN K., VAN DER VLUGT A.L., WELSCH J., OTSUKA N. (2022), “Determinants and effects of perceived walkability: a literature review, conceptual model and research agenda.” *Transport Reviews*, Vol. 43, Issue 2, 303–324. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2101072>
- [80] VANORE M. (2020), “L’infrastrutturazione urbana del benessere. Streetscape: Strade vitali, reti della mobilità sostenibile, vie verdi”. In: *La città come cura e la cura della città*, 265–278, ISBN 9788822905536.
- [81] Landscapeperformance.org: <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration-project>, ultimo accesso marzo 2025.
- [82] ROBINSON A., MYVONWYNN H. (2011), “Cheonggyecheon stream restoration project.” *Landscape Performance Series*. Landscape Architecture Foundation. <https://doi.org/10.31353/cs0140>.
- [83] BADAMI A. (2024), “Urbanrewilding: Lanaturaselvaggiaentraincittà. Ilcasodistudiodellarigenerezionedi piazzaBudolfinelcentro storico di Aalborg (DK)”. In BRUNETTA G., CASU A., CONTICELLI E., LAI S. (a cura di) *Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di rigenerazione urbana e dei territori. Atti della XXV Conferenza Nazionale SIU Transizioni, giustizia spaziale e progetto di territorio. 15–16 giugno 2023, Cagliari*, Vol. 04 Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano ISBN: 978-88-99237-58-5.
- [84] Lokalplan Aalborg, (2017), Disponibile al link: <https://apps.aalborgkommune.dk/images/teknisk/PLANBYG/lokplan/01/1-1-117.pdf>, ultimo accesso marzo 2025.
- [85] BADAMI A. (2022), “Ecosystem services as a device for urban regeneration. The reopening of the Østerå river in Aalborg (DK)”, *Abitare la Terra*, XXI (58 (suppl. 7-8)), 21-23.

- [86] Stirworld.com: <https://www.stirworld.com/see-news-fornebu-brygge-s-regeneration-to-pioneer-a-sustainable-ocean-economy-in-oslo>, ultimo accesso marzo 2025.
- [87] HAMILTON R.W. (2021), *"The burdens and the benefits: Exploring the distribution of Oslo's quality of urban life and transportation network accessibility"*. Master Thesis, RWTH Aachen University, Germany.
- [88] Haptic Architects and Oslo Works (2023), <https://archello.com/project/fornebu-brygge>, ultimo accesso marzo 2025.
- [89] Metropolitana SpA. Disponibile al link: <https://www.metropolitanadinapoli.it/inaugurazione-area-nord-di-piazza-garibaldi-29-novembre-2019/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [90] Report incidentalità ISTAT (2024), Disponibile su <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/07/REPORT-INCIDENTI-STRADALI-2023.pdf>, ultimo accesso marzo 2025.
- [91] CRIVELLI G. (2023), *"Louis Vuitton fa rivivere il garage Traversi con la collezione Yayoi Kusama"*. Articolo online su <https://www.ilsole24ore.com/art/louis-vuitton-fa-rivivere-garage-traversi-la-collezione-yayoi-kusama-AEZquLVC>, ultimo accesso marzo 2025.
- [92] Archiportale, [https://www.archiportale.com/news/2021/03/case-interni/la-brace-la-conversione-di-un-ex-garage-in-ristorante\\_81359\\_53.html](https://www.archiportale.com/news/2021/03/case-interni/la-brace-la-conversione-di-un-ex-garage-in-ristorante_81359_53.html), ultimo accesso marzo 2025.
- [93] DEL VAGLIO R. (2022), *"Prima e dopo: 4 garage trasformati in appartamenti completi"*. Articolo online disponibile su <https://www.houzz.it/magazine/prima-e-dopo-4-garage-trasformati-in-appartamenti-completi-stsetivw-vs-163808082>, ultimo accesso marzo 2025.
- [94] KUNSTLER J.H. (1994), *"Geography of now here: The rise and decline of America's man-made landscape"*. Simon and Schuster, Usa, ISBN 09780671888251.
- [95] CRAWFORD J.H. (2000), *"Carfree cities"*. ISBN 9057270374, International books, Utrecht.
- [96] AUMANN S., KINIGADNER J., DURAN-RODAS D., BÜTTNER B. (2023), *"Driving towards car-independent neighborhoods in Europe: A typology and systematic literature review"*. Urban Planning, Car Dependency and Urban Form, Vol. 8, 84–98, <https://doi.org/10.17645/up.v8i3.6552>.
- [97] HERBERT G. (2023), *"What are the economic benefits of car-free cities?"*. Disponibile al link: <https://www.euronews.com/next/2023/09/21/what-are-the-economic-benefits-of-car-free-cities#:~:text=Rise%20in%20land%20values%20due%20to%20liveability&text=Removing%20or%20restricting%20cars%20in,of%20commercial%20and%20residential%20properties>, ultimo accesso marzo 2025.
- [98] NIEUWENHUIJSEN M.J., KHREIS H. (2016), *"Car free cities: Pathway to healthy urban living"*. Environment International, Vol. 94, 251–262, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.032>.
- [99] YANG X., MCCOY E., HOUGH K., DE NAZELLE A. (2022), *"Evaluation of low traffic neighbourhood (LTN) impacts on NO2 and traffic"*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 113, ISSN 1361-9209, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103536>.
- [100] FISHMAN E., DAVIES L. (2016), *"Road user pricing: Driverless cars, congestion and policy responses"*. In 38th Australasian Transport Research Forum (ATRF 2016), Melbourne, 16-18 November 2016.
- [101] CARTENÌ A., HENKE I., DI BARTOLOMEO M. I., REGNA M. (2019), *"A cost-benefit analysis of a fully-automated driverless metro line in a high-density metropolitan area in Italy"*. IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Genova, Italy, 1–6, <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2019.8783471>.
- [102] JANSSON E., OLSSON N. O., FRÖIDH O. (2023), *"Challenges of replacing train drivers in driverless and unattended railway mainline systems—A Swedish case study on delay logs descriptions"*. Transportation research interdisciplinary perspectives, Vol. 21, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100875>.
- [102] WANG Y., ZHANG M., MA J., ZHOU X. (2016), *"Survey on driverless train operation for urban rail transit systems"*. Urban Rail Transit, Vol. 2, 106–113, <https://doi.org/10.1007/s40864-016-0047-8>.
- [104] NAVARRETE-HERNANDEZ P., ZEGRAS P. C. (2023), *"Mind the perception gap: The impact of bus rapid transit infrastructure on travelers' perceptions of affective subjective well-being"*. Transportation Research Part A, Vol. 172, 103670, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103670>.
- [105] BOVI D. (2025), *"Perugia, BRT: parte la progettazione della seconda linea, ma va sciolto nodo politico"*. Articolo online disponibile su <https://www.umbria24.it/attualita/perugia-brt-parte-la-progettazione-della-seconda-linea-ma-va-sciolto-nodo-politico/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [106] SAMMALI N. (2024), *"BRT, aperto il cantiere dei bus rapidi: entro il 2025 i primi passeggeri"*. Articolo online disponibile su [https://www.quotidianodipuglia.it/AMP/taranto/aperto\\_cantiere\\_bus\\_rapidi\\_entro\\_2025\\_primi\\_passeggeri\\_brt\\_cosa\\_sappiamo-8117724](https://www.quotidianodipuglia.it/AMP/taranto/aperto_cantiere_bus_rapidi_entro_2025_primi_passeggeri_brt_cosa_sappiamo-8117724), ultimo accesso marzo 2025.

- [107] ANDRISANI N. (2024), “La rivoluzione dei bus a Bari con il BRT: 4 linee e corsie preferenziali, pronto entro il 2026”. Articolo online disponibile su <https://www.baritoday.it/attualita/bus-rapidi-bari-nuove-linee-percorsi>, ultimo accesso marzo 2025.
- [108] Autoroute.it: <https://www.autoroute.it/public/tpl.php#trasporto-chiamata>, ultimo accesso marzo 2025.
- [109] COUTINHO F., OORT N., CHRISTOFOROU Z., ALONSO G.M., CATS O., HOOGENDOORN S. (2020), “Impacts of replacing a fixed public transport line by a demand responsive transport system: Case study of a rural area in Amsterdam”. *Research in Transportation Economics*, Vol. 83. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100910>.
- [110] VIERGUTZ K., SCHMIDT C. (2019), “Demand-responsive transport vs. conventional public transport: A MATSim study about the rural town of Colditz, Germany”. *Procedia Computer Science*, Vol. 151, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.013>.
- [111] HEITMAN X. (2023), “Mezzi di trasporto pubblico locali automatizzati: Ioki è partner tecnologico del progetto di ricerca MINGA a Monaco di Baviera”. Ioki Report. Disponibile su [https://ioki.com/wp-content/uploads/2023/07/PI\\_MINGA\\_IT.pdf](https://ioki.com/wp-content/uploads/2023/07/PI_MINGA_IT.pdf), ultimo accesso marzo 2025.
- [112] RAVALDINI F. (2023), “Mobilità connessa e autonoma: Le applicazioni nel trasporto pubblico”. Articolo online disponibile su <https://www.mobilitafutura.eu/terra/mobilita-connessa-e-autonoma-le-applicazioni-nel-trasporto-pubblico/32508/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [113] STRÖMBERG H., KARLSSON I.C.M., SOCHOR J. (2018), “Inviting travelers to the smorgasbord of sustainable urban transport: [110]Evidence from a MaaS field trial”. *Transportation*, Vol. 45, 1655–1670. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9946-8>.
- [114] ATASOY B., IKEDA T., SONG X., BEN-AKIVA M.E. (2015), “The concept and impact analysis of a flexible mobility on demand system”. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 56, 373–392, ISSN 0968–090X, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.009>.
- [115] ATASOY B., IKEDA T., BEN-AKIVA M.E. (2016), “Optimizing a flexible mobility on demand system”. *Transportation Research Record*, Vol. 2563, Issue 1, 76–85. <https://doi.org/10.3141/2536-10>.
- [116] KRISWARDHANA W., ESZTERGAR-KISS D. (2023), “A systematic literature review of Mobility as a Service: Examining the socio-technical factors in MaaS adoption and bundling packages”. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 31, 232–243, ISSN 2214–367X, <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.12.007>.
- [117] SILVESTRI F., SILVESTRI F., COPPOLA P. (2025), “Mobility as a Service (MaaS) bundle uptake: A case study in Milan, Italy”. *European Transport Research Review*, Vol. 17, N. 3, <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00698-2>.
- [118] CECCATO R., ROSSI R., GASTALDI M. (2024), “Low emission zone and mobility behavior: Ex-ante evaluation of vehicle pollutant emissions”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 185, 104101. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104101>.
- [119] GISOTTI M. R., MASIANI B. (2023), “La scuola fa città. Il ruolo degli spazi aperti scolastici e di quartiere nelle pratiche di educazione alla democrazia”. *IN\_BO. Ricerche E Progetti Per Il Territorio, La Città E l'architettura*, 14(18), 198–217. <https://doi.org/10.6092/issn.2036-1602/14836XXXX>.
- [120] WALKER J. (2018), “Road Pricing: Technologies, economics and acceptability”, IET The Institution of Engineering and Technologies, ISBN: 978-1-78561-205-3.
- [121] HOSFORD K., FIRTH C., BRAUER M., WINTERS M. (2021), “The effects of road pricing on transportation and health equity: A scoping review”. *Transport Reviews*, Vol. 41, 766–787, <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1898488>.
- [122] CROCI E. (2016), “Urban road pricing: A comparative study on the experiences of London, Stockholm and Milan”. *Transportation Research Procedia*, Vol. 14, 253–262, ISSN 2352–1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.062>.
- [123] KEAT TANG C. (2021), “The cost of traffic: Evidence from the London congestion charge”. *Journal of Urban Economics*, Vol. 121, ISSN 0094–1190, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103302>.
- [124] LICHTIN F., KEITH SMITH E., AXHAUSEN K.W., BERNAUER T. (2024), “How to design publicly acceptable road pricing? Experimental insights from Switzerland”. *Ecological Economics*, Vol. 218, ISSN 0921–8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108102>.
- [125] CASSETTA E., MONTANINO M. (2022), “Unleashing the potential of price-based congestion management schemes: A unifying approach to compare alternative models under multiple objectives”. arXiv:2207.12041. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.12041>
- [126] JALOTA D., LAZARUS J., BAYEN A., PAVONE M. (2023), “Credit-based congestion pricing: Equilibrium properties and optimal scheme design”. 2nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Singapore, 4124–4129, doi: 10.1109/CDC49753.2023.10384266.



# Per una mobilità urbana efficiente e sicura



Armamento ferroviario

Molatura e diagnostica binario

Energia, segnalamento e TLC

Macchine ferroviarie

Materiali ferroviari

Ingegneria e progettazione

[www.salcef.com](http://www.salcef.com)

