



Tesi di Laurea

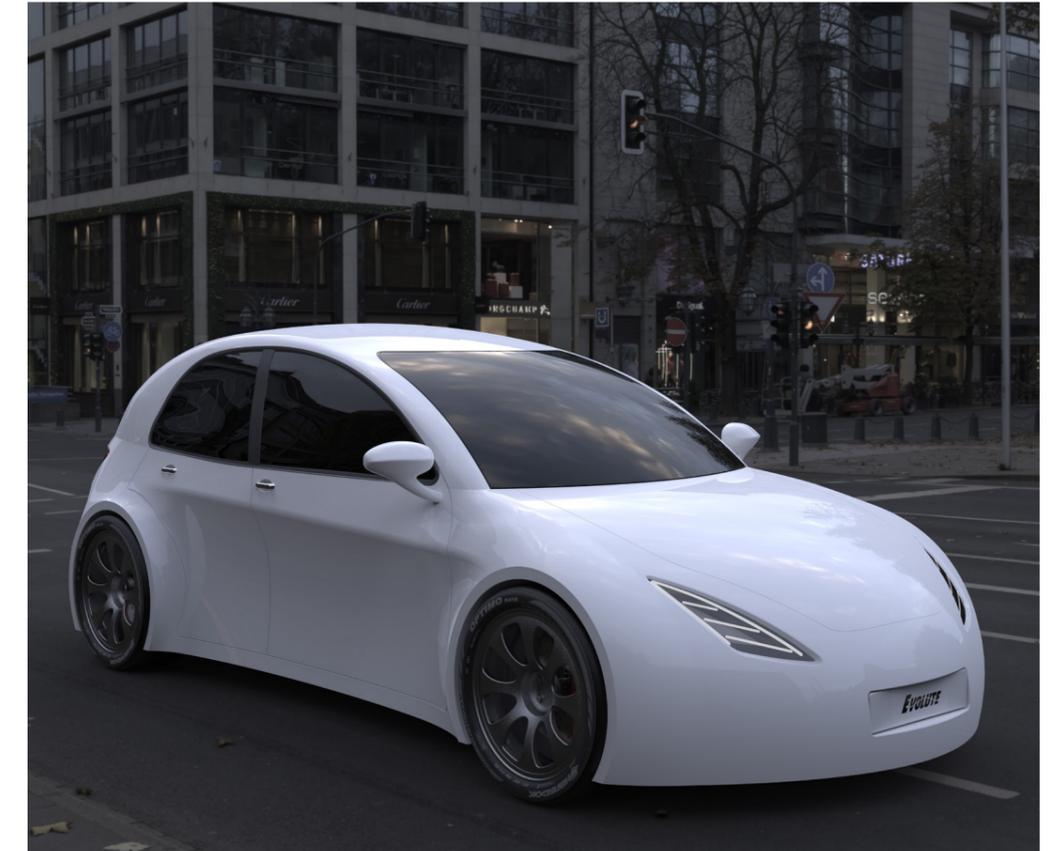
## **Evolute: una nuova soluzione per la mobilità urbana**

Corso di Laurea in Advanced Design  
A.A. 2022/23  
Dipartimento di Architettura  
Alma Mater Studiorum  
Università di Bologna

**Candidato**  
Alessandro Vicaretti  
1028865

**Relatore**  
Leonardo Frizziero

**Correlatori**  
Alfredo Liverani  
Giampiero Donnici



## Abstract

Il progetto seguente si focalizza sull'indagine della futura mobilità all'interno degli scenari urbani. Nel rispetto della sostenibilità ambientale e nell'ottica di apportare innovazione, esso si basa sull'utilizzo della propulsione elettrica tramite sistema composto da dodici batterie ricaricabili agli ioni di litio.

La tesi crea un collegamento fra le caratteristiche attuali del veicolo nella tematica dello sharing, con quelle prossime in cui ci saranno delle implementazioni con tecnologie avanzate, quali ad esempio la guida autonoma controllata.

Quest'ultima è controllata da sensori avanzati in combinazione con intelligenza artificiale, che recepiscono dati per poi elaborarli e restituirli come sotto forma di input. La sensoristica di cui si parla viene presentata tramite acronimo Lidar (Light Detection and ranging) che individua l'energia riflessa generata dalle superfici, in modo da permettere ad un software di elaborare le info in previsione di azioni che il veicolo andrà a compiere. Verranno analizzati i diversi stadi della guida autonoma, cercando di anticipare il modo in cui

potrebbe avvenire una eventuale trasformazione della mobilità, evitando di stravolgere le abitudini del cittadino.

La metodologia di riferimento che guiderà la tesi seguente è chiamata IDeS (Industrial Design Structure), che va dall'impostazione del progetto fino al lancio del prodotto sul mercato.

Al suo interno si concentreranno la fase di ricerca, l'analisi di mercato e l'analisi della concorrenza, per poter definire gli elementi progettuali più decisivi e significativi per il cliente e per il prodotto.

Per poter individuare i bisogni del cliente, è stata condotta un'analisi di mercato tramite il sistema QFD (Quality Function Deployment).

Per quanto riguarda invece le proposte stilistiche, sono state create seguendo il procedimento SDE (Stylistic Design Engineering).

Concludendo, il progetto di tesi cerca di rispondere alle esigenze della mobilità e del cittadino, cercando di anticipare i futuri cambiamenti nel mondo dei trasporti ed all'interno di una prospettiva di sostenibilità ambientale.



# Indice

1. Introduzione	
1.1. La storia della guida autonoma in italia	14
1.2 I cinque livelli di guida autonoma	15
1.3 Vantaggi e rischi della guida autonoma	16
1.4 Le cinque tipologie di car sharing	17
1.5 I principi della mobilità condivisa per città vivibili	18
1.6 Panorama asiatico delle città a favore del car sharing: la storia	19
2. Brief	
2.1 Da dove nasce il progetto	22
3. Ricerca	
3.1 Vislab e Ambarella: il contributo alla guida autonoma	26
3.2 Teoresi Group: la società internazionale	27
3.3 I cinque paesi europei con tasso maggiore di mobilità elettrica	28
3.4 Top 10 città per percentuale di car sharing	31
3.5 Biocombustibili e la loro applicazione nella mobilità	36
3.6 Configurazione sulla struttura di un sistema di mobilità	37
3.7 Guida autonoma, automatizzata e automatica	38
3.8 Infrastruttura per macchine elettriche a guida autonoma	39
3.9 Il processo di innovazione della mobilità urbana	40
3.10 Sensori per la guida autonoma: lidar e fotocamere multispettrali	41
3.11 Tesla (elettrica e connessa a guida autonoma): caratteristiche	42
3.12 Tesla: architettura informatica	43
3.13 Tesla: architettura di prodotto	44
3.14 Tesla: composizione delle batterie e sistema refrigerante	45
3.15 Tesla: la comunicazione fra due veicoli	46
3.16 Caso studio: Didi Chuxing	47
3.17 Il tram elettrico: funzionamento ed infrastruttura	48
3.18 Caso studio: città di Guangzhou (Cina)	50
3.19 Car2go: infrastruttura	52
3.20 Jump: infrastruttura	53
3.21 Caso studio Microlino	54
3.22 Caso studio: Apple car	55
3.23 Caso studio: Autobus WeRide – La Robobus	56
3.24 Stress test città di Milan	57
4. Analisi di mercato	
4.1 QFD: le sei domande	62
4.2 QFD - matrice di interrelazione (1° uso)	63
4.3 QFD - matrice di interrelazione (2° uso)	64
4.4 QFD - matrice cosa/come	65
4.5 Segmenti auto	66

## 5. Analisi della concorrenza

5.1 Benchmark	70
5.2 Top – Flop Analysis	71

## 6. Impostazione di progetto

Budget R&S	74
Architettura prodotto	75
SDE: Stylistic Design Engineering method	76
CFD Rough Retrò - Natural	84
CFD Rough: Advanced – Stone	85
Analisi stilistica: angoli di visibilità (superiore)	86
Analisi stilistica: angoli di visibilità (frontale)	87
Analisi qualitative disegni tecnici 2D	88
Analisi stilistica: confronto tecnico	89
Naming	90
Planning	91

## 7. Sviluppo del prodotto

Tavola tecnica: carrozzeria	94
Tavola tecnica: telaio	95
Concept: Modellazione 3D	96

Tavola antropometrica	97
Sovrapposizione telaio – carrozzeria	98
Analisi CFD carrozzeria	99
Rendering	100

## 8. Conclusioni

8.1 Prospettive future: la mobilità urbana entro 15 – 20 anni	106
8.2 Considerazioni generali	108

Sitografia e bibliografia	112
---------------------------	-----

Ringraziamenti	120
----------------	-----

Capitolo 1

# Introduzione

## La storia della guida autonoma in Italia

2014

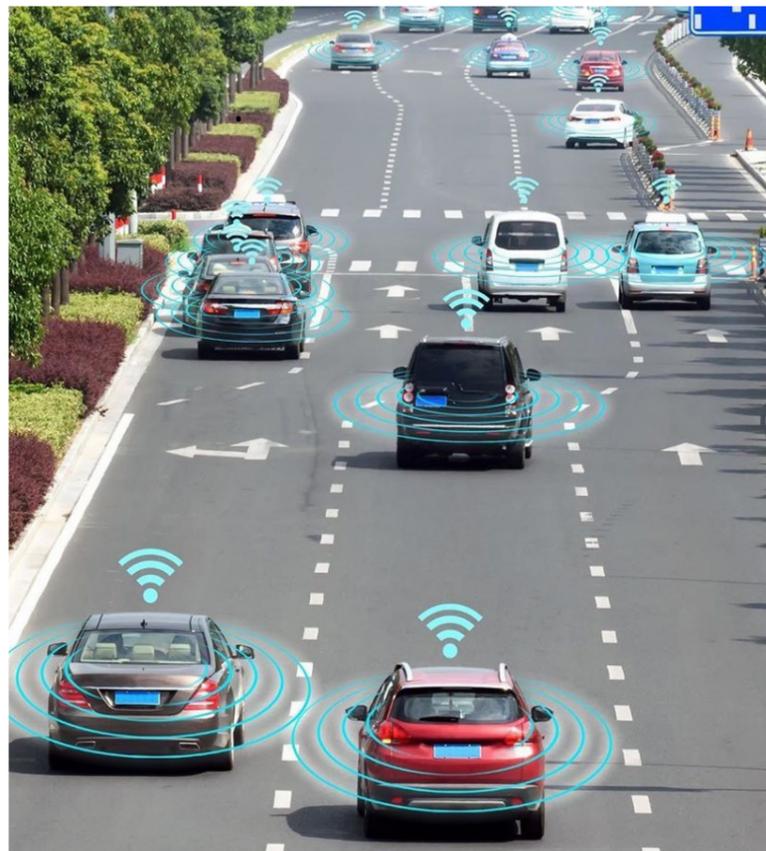
Il Centro di Ricerche FIAT nel progetto “**VIAC**” (Vehicle Intelligent Automation Control), per sviluppare veicoli a guida autonoma.

2015

Il Politecnico di Torino ha presentato il progetto “**Citymobil2**”, con finanziamenti europei e collaborazione fra Stato, università, industrie e amministrazioni pubbliche.

2017

Il Gruppo FCA annuncia la **partnership con Waymo** (ex Google Self-Driving Car Project) per lo sviluppo di veicoli a guida autonoma, inizialmente per il mercato nordamericano e successivamente con l'obiettivo di espandersi in futuro anche in Europa. Attualmente, alcuni maggiori città italiane stanno facendo esperimenti in aree urbane limitate, come parchi o aree pedonali.



## I cinque livelli di guida autonoma

La guida autonoma rappresenta una delle tecnologie emergenti nell'ambito automotive. Essa si basa sulla guida di vetture senza o con intervento parziale da parte del conducente. Vi sono cinque livelli di guida autonoma, alcuni sono stati raggiunti ed altri sono in via di sviluppo:

### Livello 0 – Nessuna automazione

Il veicolo è completamente guidato dal conducente senza alcun tipo di assistenza alla guida o funzione di automazione. Questo livello corrisponde a qualsiasi veicolo privo di tecnologie avanzate assistenza, come ad esempio la velocità di crociera o sistema di frenata automatica di emergenza. Esso rappresenta il punto d'inizio delle fasi di sviluppo della guida autonoma.

### Livello 1 - Assistenza alla guida

Il veicolo fornisce funzioni di assistenza alla guida, come il controllo della velocità di crociera e il mantenimento della corsia, ma il conducente è ancora responsabile della guida e deve rimanere sempre attento al volante.

### Livello 2 - Automazione parziale

Il veicolo è in grado di controllare la velocità, la direzione e la frenata in alcune situazioni, ma il conducente deve comunque rimanere attento alla guida e pronto a intervenire se necessario.

### Livello 3 - Automazione condizionale

Il veicolo è in grado di gestire la maggior parte delle operazioni di guida in determinate condizioni, ma il conducente deve ancora essere in grado di intervenire se necessario.

### Livello 4 - Automazione elevata

Il veicolo è in grado di gestire la maggior parte delle operazioni di guida in tutte le condizioni, ma solo in determinate aree o percorsi specifici.

### Livello 5 - Automazione completa

Il veicolo è completamente autonomo e non richiede l'intervento del conducente in alcuna circostanza.

## Vantaggi e rischi della guida autonoma

### Vantaggi

**Sicurezza stradale:** avendo maggior controllo sul traffico, gli incidenti stradali vengono ridotti e si evita il fattore di errore umano dovuto a distrazioni

**Efficienza alimentazione:** la guida autonoma riesce a gestire meglio l'utilizzo del sistema di alimentazione, permettendo un uso migliore

**Accessibilità:** nonostante sia una nuova tecnologia, essa rappresenta anche un punto di svolta per un target di anziani che si ritrova ad utilizzare un mezzo in maniera semplificata

**Innovazione:** rappresenta un punto di svolta verso il progresso nel campo dell'innovazione

**Aggiornamento automatico del sistema:** grazie ai software, il sistema permette la comunicazione in termini istantanei con gli altri veicoli

### Rischi

**Sicurezza informatica:** l'utilizzo potrebbe superare i limiti di sicurezza ed inoltre il sistema potrebbe risultare vulnerabile ad attacchi hacker

**Privacy:** per poter usufruire del sistema bisogna garantire l'accesso ai dati personali

**Costo:** attualmente la guida autonoma è una nuova tecnologia per cui non sono ancora stati abbattuti i prezzi per l'installazione, gestione e manutenzione

**Upload del programma:** i sistemi server risultano essere ancora particolarmente deboli per poter gestire un grande afflusso di guida autonoma

**Infrastrutture:** occorre realizzare nuove tipologie di infrastrutture che potrebbero essere limitate in termini di fattibilità a causa dei limiti ambientali.

## Le cinque tipologie di car sharing

Le tipologie di car sharing si differenziano in base a come viene condiviso ed utilizzato il mezzo.

- **Car Sharing a flusso libero (Free-Floating Car Sharing):** le vetture sono disposte in diverse aree della città e possono essere prese in prestito restituite all'interno di diverse aree specifiche. La prenotazione avviene tramite applicazioni mobile con pagamento in base al tempo di utilizzo

- **Car Sharing a postazione fissa (Station-Based Car Sharing):** le vetture sono parcheggiate in una postazione fissa, come stazioni designate o dedicate. L'auto viene prenotata, prelevata e parcheggiata a fine corsa sempre nella stessa stazione di prelievo;

- **Peer-to-Peer Car Sharing:** modalità in cui i proprietari dell'auto mettono a disposizione la propria auto nel momento di non utilizzo. Gli utenti possono prendere l'auto tramite piattaforma digitale, pagando per l'uso dell'auto;

- **Car Pooling:** detto anche ridesharing, si basa sulla condivisione di un viaggio con altre persone che condividono un itinerario simile. L'auto viene prenotata tramite app e il conducente/proprietario dell'auto deve confermare la prenotazione e stabilire il metodo di pagamento contante o con carta (BlaBlaCar);

- **Car Sharing aziendale:** rivolto alle sole aziende, che mettono a disposizione un gruppo di veicoli per i soli dipendenti, i quali le prenotano al solo scopo di spostamenti in ambito lavorativo.

## I principi della mobilità condivisa per città vivibili

Al fine di poter utilizzare la mobilità condivisa in città, ci sono dei principi chiave da rispettare che sono i seguenti:

- **Pianificare la città e mobilità insieme** per determinare il modo in cui la città si evolverà considerando gli spazi pubblici, zone residenziali, regolazioni locali, richiesta di parcheggi ed uso del terreno per altri obiettivi;

- **Priorizzare persone piuttosto che veicoli** tenendo conto di spostamenti a piedi, in bici, con trasporto pubblico e con la mobilità condivisa, scoraggiando l'utilizzo di auto private, taxi per singoli passeggeri;

- **Supportare l'uso efficiente e condiviso di veicoli, corsie, marciapiedi e terreno** cercando di sfruttare al massimo i parcheggi per più persone tramite l'utilizzo di un solo veicolo, così da recuperare spazio.

- **Integrare, connettere e pianificare tutti i trasporti**, consentendo connessioni, modalità di pagamento, informazioni combinate.

- **Richiedere il supporto di stakeholders** quali residenti, lavoratori e altri tipi di portatori di interesse, per capire l'impatto sulle loro vite apportato da questi cambiamenti e come gestire la transizione;

- **Promuovere l'uguaglianza** creando una mobilità accessibile a chiunque, analizzando le differenze nella popolazione in base ad età, caratteristiche, abilità fisiche e digitali etc.;

- **Favorire la mobilità zero-emissioni** installando strutture di ricarica per incentivare l'acquisto e utilizzo di macchine totalmente elettriche;

- **Supportare l'uso di tariffe per l'uso stradale**, così da decongestionare il traffico, inquinamento e spazi, tenendo conto di costi di esercizio e manutenzione;

## Panorama asiatico delle città a favore del car sharing

A **Seoul** la **popolazione è vetture sono quadruplicate**, riducendo la velocità media nelle strade da 25 a 10 kmh. Il Governo locale ha attuato **due giorni car-free** per analizzare l'impatto delle successive restrizioni. Come risultato, i veicoli che scendevano da Nord a Sud, venivano **deviati** ma ci furono problemi per l'opposta direzione.

La città di **Yonsei-ro** fu trasformata in **solo trasporto pubblico**. Venne creata una zona di transito nel 2014, gli incidenti stradali si ridussero del 34% e i visitatori aumentarono dell'11%, così anche le entrate del paese. Risultò che i progetti fatti appositamente per i pedoni non hanno effetti negativi nel settore del business. In questo modo ci fu il supporto da parte di diversi stakeholders.

**Shanghai** creò **installazioni stradali**, con lo scopo di far **soffermare i pedoni a guardare la città**, evitando di utilizzare l'auto privata che fino a quel momento era considerato un bonus. Creando **spazi interattivi**, accessibili e esteticamente piacevoli, la città aveva soddisfatto il suo obiettivo

evitando restrizioni. Molte persone decisero quindi di muoversi **a piedi o in bici** e sono stati pertanto ampliati i marciapiedi per favorire il passaggio di pedoni basato su **approccio human-centered**.

**Singapore** ha scelto di incentivare l'**acquisto di personal device per la mobilità**, come bici pieghevoli, consentendo il trasporto pubblico su treni ecc. Durante le ore di punta, vengono utilizzati circa il 66% dei mezzi pubblici e di sharing. L'obiettivo è quello di **accogliere nuove tecnologie**, attirando l'attenzione di stakeholders per supportare il cambiamento.

**Tokyo** ha risposto alle esigenze aumentando la larghezza dei marciapiedi ed **implementando le strade pedonali** con direzione stazioni, in modo da far confluire il traffico pedonale verso i mezzi pubblici della città.

**Bandung** scelse invece di **spostare le città** di commercio, per distribuire il traffico pedonale in maniera equa e non concentrata.

Capitolo 2

# Briefing

## Da dove nasce il progetto

Il progetto di tesi si focalizza sull'idea di innovazione nel mondo dei trasporti, ruotando attorno alla tematica attuale del car sharing in guida autonoma. Analizzando l'impatto ambientale sui trasporti e abitudini, pone attenzione sui veicoli autonomi sostenibili per implementare la sicurezza e il rispetto verso l'ambiente. Esso fa riferimento al fenomeno del car sharing come un modello sostenibile dal punto di vista culturale, sociale ed ambientale.

Vengono menzionati riferimenti a grandi metropolitane per capire effettivamente quanto impattante possa essere un nuovo sistema di mobilità. Analizzando casi studio di mezzi sostenibili, comportamenti adottati nel tempo da parte di città, il seguente progetto vuole far conoscere al cittadino una nuova metodologia di viaggiare non ancora a tutti conosciuta.



Capitolo 3

# Ricerca

## Vislab e Ambarella: il contributo alla guida autonoma

Nel 2015 il colosso americano **Ambarella** acquista lo spinoff di Parma "**Vislab**" con lo scopo di contribuire allo sviluppo della guida autonoma.

La società si focalizza sullo **sviluppo di Cipro** per visione artificiale e applicazioni di intelligenza artificiale e machine learning. I suoi chip vengono utilizzati da Uber, con il fine di **rilevare oggetti, classificarli, rilevare le persone, localizzare, monitorare l'ambiente utilizzando una bassa quantità di energia.**

Nel 2019 diventa la **prima società ad autorizzare la guida driverless su strada** sotto il controllo del General Manager Alberto Broggi, docente in ingegneria dell'informazione che cerca di sviluppare sistemi per la visione artificiale delle macchine a guida autonoma. Il primo prototipo della società è **Deeva**, dotato di sensori, microtelecamere e laser che garantiscono una copertura sensoriale **mappando l'ambiente circostante a 360°.**

La copertura sensoriale gestisce una gran quantità di dati: meteorologici, relativi alle congestioni del traffico, imprevisti come ostacoli su strada ed operano in tempo reale.



## Teoresi Group: la società internazionale

La società si occupa di creare il cosiddetto "**cervello**" nelle auto a guida autonoma, che consente all'auto di decelerare evitare ostacoli, seguire una direzione e frenare, grazie ad un **simulatore che mappa l'ambiente circostante.** Le info vengono analizzate, elaborate e restituite in tempo reale, grazie alla tecnologia 5G che ruota attorno ai **Big Data.**

Questa **Smart Mobility** si fonda su quattro parole chiave: elettrica - autonoma - connessa - condivisa. Si creano così interazioni fra veicoli che scambiano dati sulla rete 5G, ottimizzando esperienza utente e aumentando la **sicurezza stradale.** Il tutto mostra la migrazione della privatizzazione dell'auto alla condivisione, soprattutto in seguito alla pandemia e ai costi di mantenimento dell'auto. Fra i benefici vi è l'utilizzo dei sistemi **ADAS** che allertano il conducente di potenziali pericoli o ostacoli lungo il percorso, tramite segnali visivi e sonori che anticipano di gran lunga la risposta dei riflessi umani. Altro beneficio è la decongestione del traffico grazie al **monitoraggio continuo**, così da dilagare gli spostamenti e ridurre le tempistiche di viaggio.



## I cinque paesi europei con tasso maggiore di mobilità elettrica

Nel grafico seguente si nota il panorama europeo sul punto di vista della mobilità sostenibile per due diverse tipologie di alimentazione:

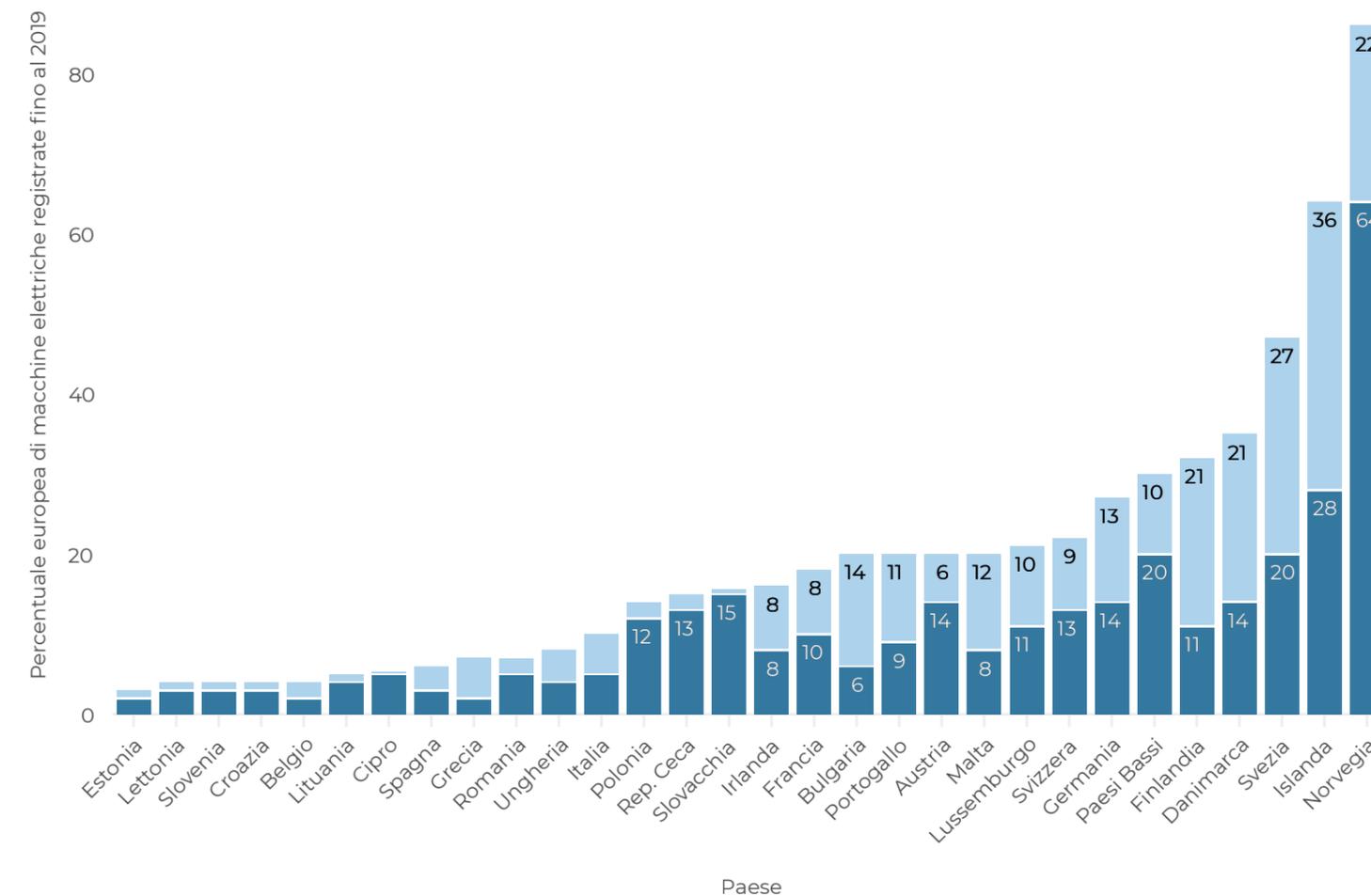
- **auto elettriche BEV** (Battery Electric Vehicle);
- **auto elettriche PHEV** (Plug-in Hybrid Electric Vehicle).

Le auto elettriche “BEV” dipendono esclusivamente dall’energia immagazzinata nelle batterie per il funzionamento, richiedono la ricarica della batteria tramite l’utilizzo di una presa di corrente in abitazione privata o in colonnine stradali.

Le auto elettriche “PHEV” invece, offrono una doppia modalità di alimentazione. La prima si basa sullo stesso concetto precedentemente elencato di tipo elettrico; la seconda permette di utilizzare il carburante (benzina o diesel) quando la carica elettrica è esaurita e sono più flessibili in termini di autonomia poiché grazie a questa doppia alimentazione possono percorrere tratte più lunghe. Emerge di conseguenza, il rapporto percentuale dei paesi rispetto al numero di proprietari di vetture.

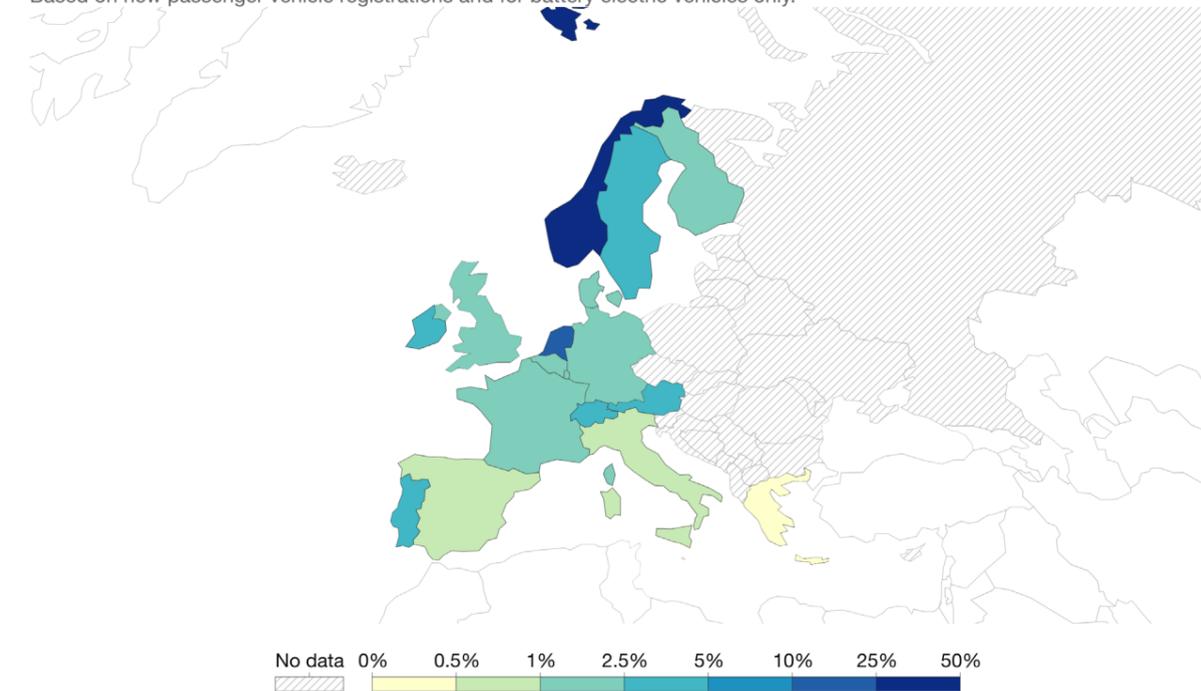
Ad eccezione della Slovacchia, in cima alla lista di paesi europei più inclini al cambiamento troviamo quelli del Nord:

- Slovacchia
- Norvegia;
- Islanda;
- Svezia;
- Paesi Bassi.



### Share of new passenger vehicles that are battery electric, 2019

Based on new passenger vehicle registrations and for battery electric vehicles only.



Source: International Council on Clean Transport (ICCT) and European Environment Agency

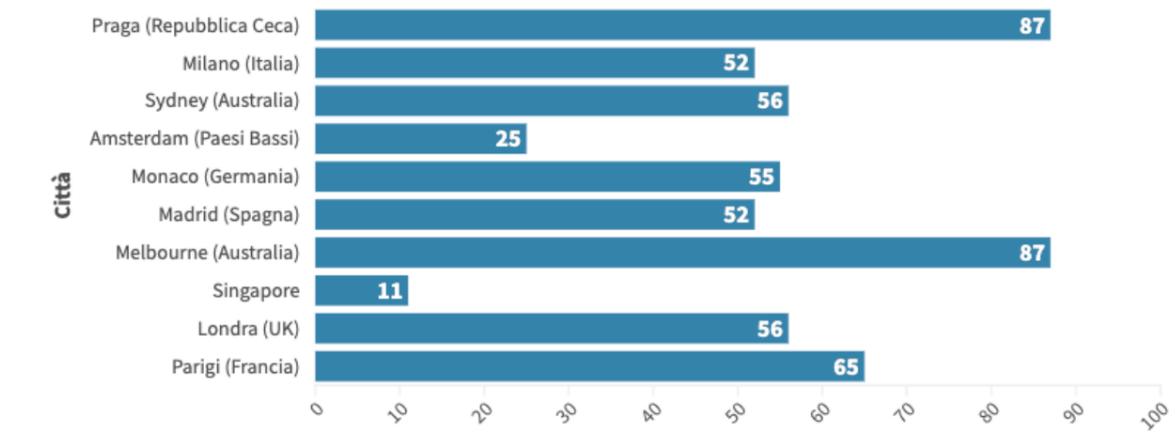
OurWorldInData.org/transport • CC BY

## Top 10 città per percentuale di car sharing

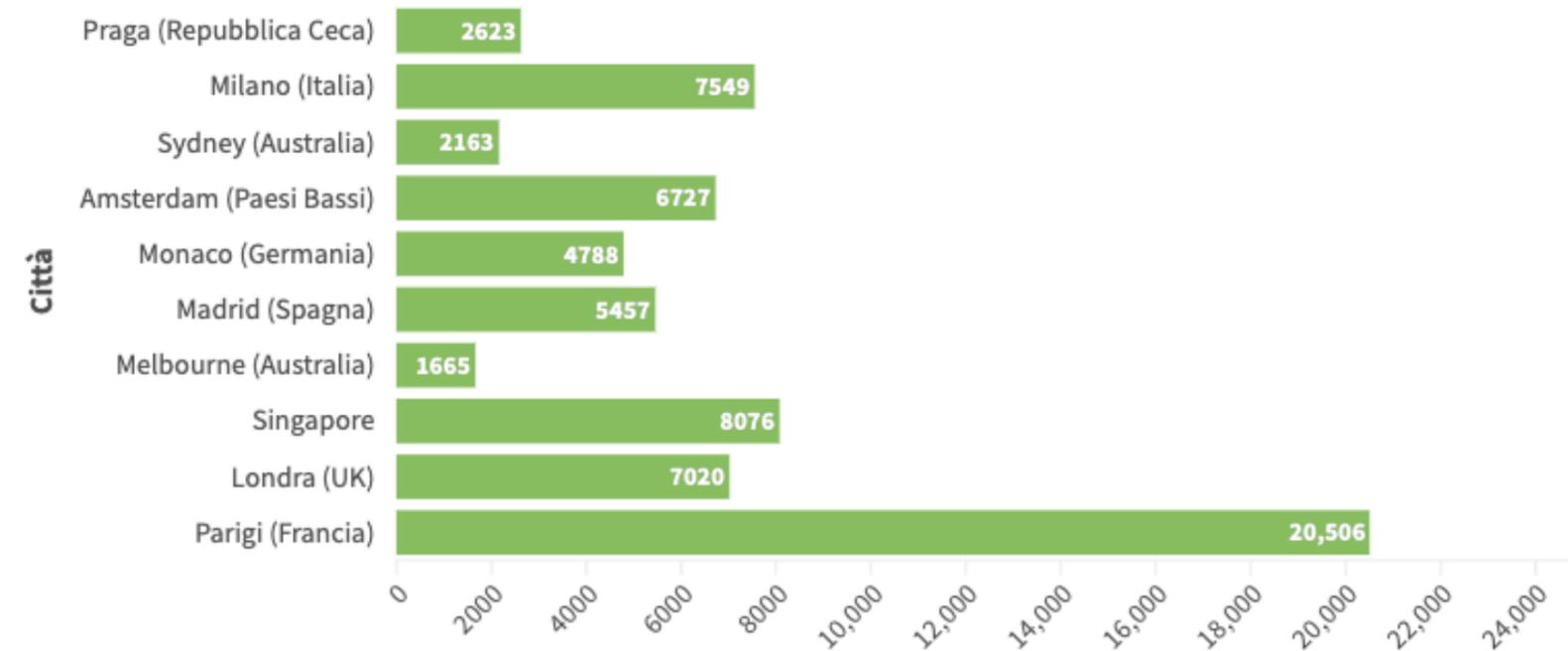
In seguito ad un'attenta analisi riguardo la percentuale del tasso di car sharing a livello mondiale, è stato possibile identificare una lista delle 10 città più importanti sulla base di alcuni parametri presi in considerazione per poi poter dare una valutazione finale:

- Tasso percentuale di proprietà di auto per il car sharing;
- Densità di popolazione (ab./km<sup>2</sup>);
- Compagnie di car sharing;
- Costo medio per ora;
- Punteggio finale in base ai valori precedenti.

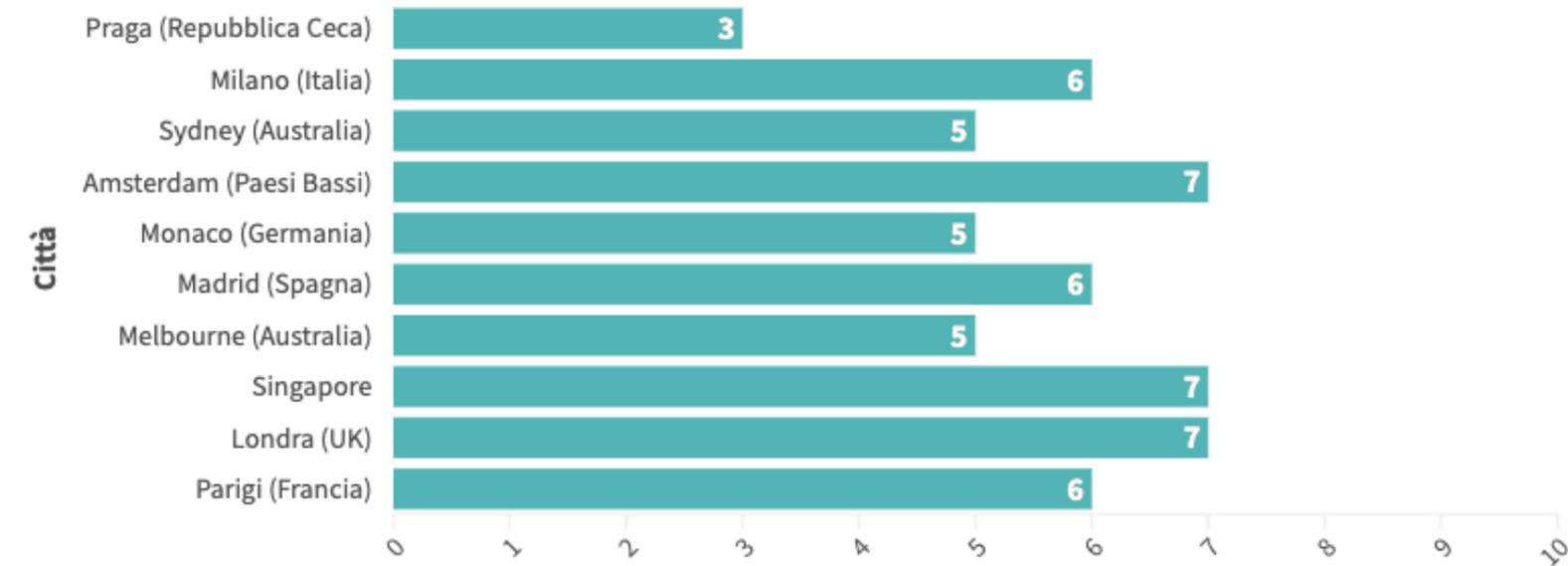
Tasso di proprietà di auto per il car sharing

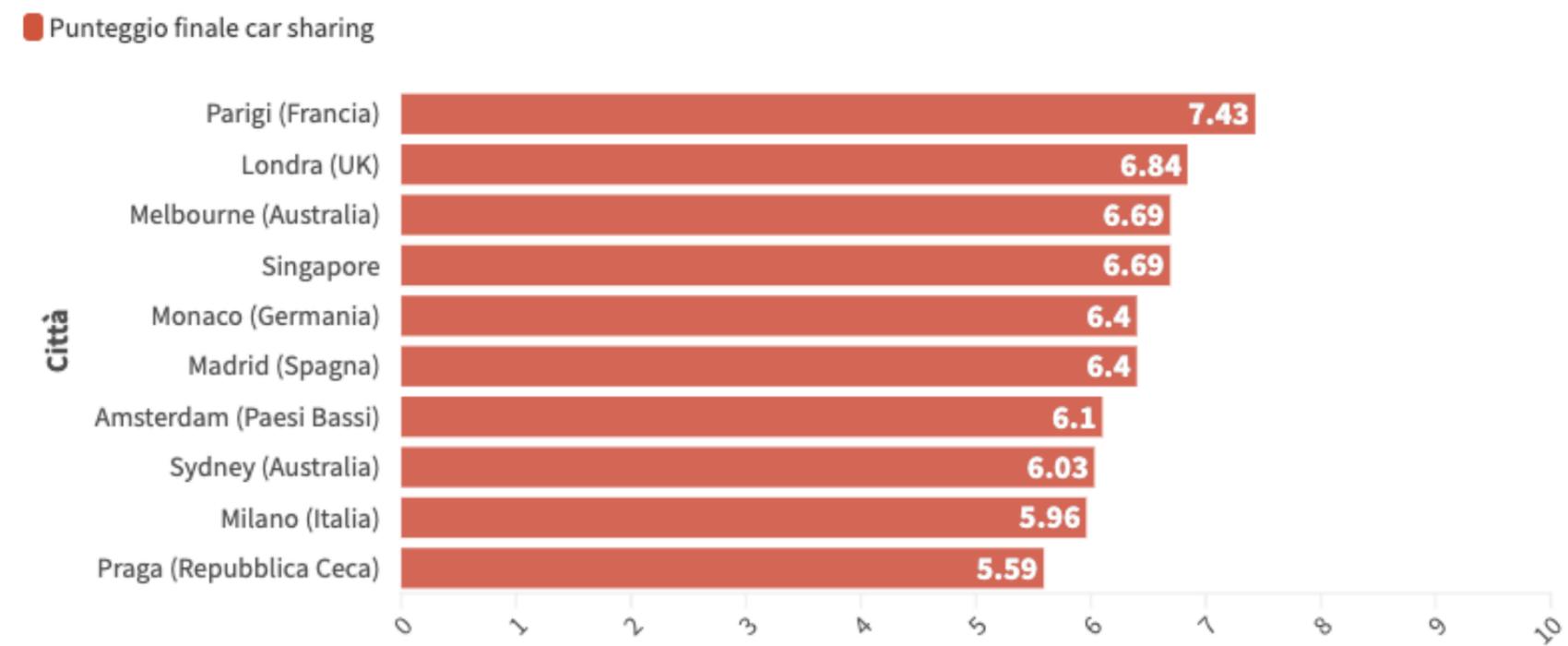
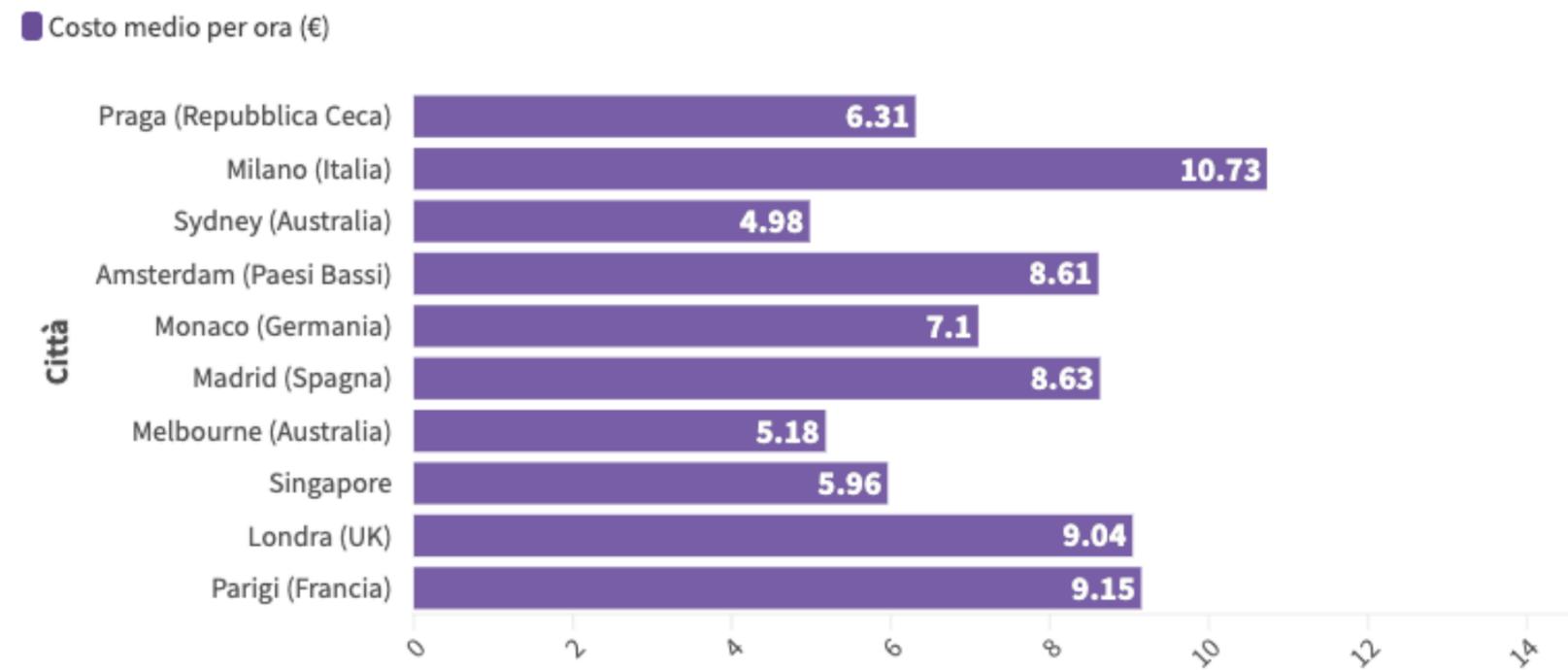


■ Densità di popolazione (ab./km<sup>2</sup>)



■ Compagnie di car sharing





## Biocombustibili e la loro applicazione nella mobilità

Sono considerati delle **alternative** ai combustibili fossili tradizionali (come benzina e diesel che sono prodotti da energie non rinnovabili) e derivano dalla **biomassa animale e vegetale** (mais, canna da zucchero, soia, girasole). La loro composizione si basa su etanolo, biodiesel e biometano e si possono usare in motori a combustione interna come auto, camion e autobus.

L'etanolo si produce da fermentazione di zuccheri contenuti nella biomassa vegetale e animale, mentre il biodiesel viene estratto dall'olio vegetale e animale. Il biometano viene prodotto dalla decomposizione di rifiuti organici.

Saranno pertanto necessarie alcune modifiche e adattamenti rispetto ai comuni sistemi a combustione, come installazione di serbatoi e tubi specifici per il nuovo carburante.

I biocombustibili **ridurrebbero l'emissione di gas** a effetto serra e inquinamento atmosferico, nonostante sia richiesta grande energia e risorse per produrre biocarburanti come terreni agricoli, acqua e risorse naturali che avrebbero ad ogni modo impatto sull'ambiente.



## Configurazione sulla struttura di un sistema di mobilità

La configurazione della struttura di mobilità viene realizzata in maniera custom in base alla città, alle esigenze, ai flussi e ai vincoli ambientali. Di seguito i differenti componenti principali:

### - Sistemi di trasporto pubblico

Includono autobus, tram, metropolitane e treni urbani. Questi sistemi sono dotati di tecnologie avanzate come il monitoraggio in real-time, informazione relative ai passeggeri, ticketing elettronico e pianificazione del percorso;

### - Veicoli elettrici

Includono automobili, scooter e biciclette elettriche che usano elettricità per muoversi. Essi si integrano a supporto del trasporto pubblico in maniera sostenibile;

### - Car sharing e car pooling

Sono servizi per la condivisione di auto o tragitti con altre persone, gestiti da aziende private o pubbliche che si integrano nel trasporto pubblico per fornire una soluzione più flessibile e conveniente;

### - App e piattaforme digitali

Riguardano app mobili e piattaforme digitali che permettono la prenotazione dei viaggi agli utenti, acquistare biglietti online e monitorare il traffico in tempo reale;

### - Infrastrutture digitali

Sono infrastrutture che includono sensori e dispositivi IoT da installare su strade, parcheggi, semafori per monitorare il traffico affinché possano poi essere inviati i dati alle app precedentemente menzionate;

### - Dati e analisi

Includono sistemi di raccolta e analisi dei dati, con il monitoraggio costante in modo da migliorare l'efficienza del sistema e restituire degli output ai fini di evitare ingorghi stradali, aumentare la sicurezza stradale e ridurre l'impatto ambientale. Attualmente si iniziano ad utilizzare tecnologie avanzate con l'avvento del 5G, quali l'intelligenza artificiale, il Machine learning e la blockchain a favore dei cittadini.

## Guida autonoma, automatizzata e automatica

La definizione che stabilisce le differenze fra le seguenti tipologie di guida, è stata data dalla SAE (Society of Automotive Engineers).

**Guida autonoma:** riferita a veicoli che operano senza intervento umano, con sensoristica avanzata gestita da software e algoritmi. Mappando l'ambiente esterno, prende decisioni per controllare il veicolo. Permette una guida sicura e confortevole nel traffico, garantendo parcheggio ed altro.

**Guida automatizzata:** termine spesso usato in sostituzione di autonomo. Essa si riferisce all'automazione dei processi tramite l'ausilio di tecnologie avanzate.

**Guida automatica:** capacità di un veicolo di compiere azioni specifiche in autonomia, come il controllo della velocità di crociera, parcheggio assistito, frenata assistita, mantenimento della corsia. Permette di ridurre lo sforzo ed impegno del conducente ma non sostituisce completamente la guida.

Fra gli **svantaggi** della guida autonoma vi sono l'**elevato costo per installare e progettare i software**, la sicurezza che è ancora in via di sviluppo affinché si possano evitare incidenti tramite l'uso di sensori impeccabili.

La **differenza principale fra le prime due** è il grado di autonomia del veicolo, poiché la guida autonoma racchiude tutta l'automazione disponibile e non richiede l'ausilio del conducente; invece parla dello stesso concetto ma il conducente deve essere pronto ad intervenire in ogni momento e il grado di automazione è inferiore.

## Infrastruttura per macchine elettriche a guida autonoma

Per poter essere utilizzata, la guida autonoma ha bisogno che vengano installate delle infrastrutture ad-hoc. A seguire verranno elencati tutti gli elementi che compongono un'infrastruttura:

### Reti di comunicazione

Veicoli a guida autonoma richiedono connessione costante per scambio veloce di dati, saranno pertanto necessarie reti 4G-5G per comunicazione istantanea. Esse permettono di immagazzinare dati, filtrarli, elaborarli e restituire l'output finale ai veicoli.

### Sistemi di posizionamento satellitare

Tutto fa riferimento al GPS per determinare la posizione precisa in modo da fornire dati accurati su condizioni meteo, traffico ed altro.

### Sensori stradali

Essi sono a supporto della guida autonoma in modo da segnalare eventuali anomalie stradali, tramite monitoraggio con sensori intelligenti, rilevano condizioni stradali, segnaletica, traffico.

### Mappe ad alta definizione

Forniscono la geometria stradale, segnaletica e definizione dell'ambiente circostante.

### Stazioni di ricarica

Le macchine elettriche attualmente non hanno grande autonomia pertanto occorrono stazioni di ricarica.

### Centro dati e Cloud

I dati in tempo reale vanno immagazzinati ed elaborati al fine di ottimizzare sicurezza e guida tramite i numerosi algoritmi di intelligenza artificiale.

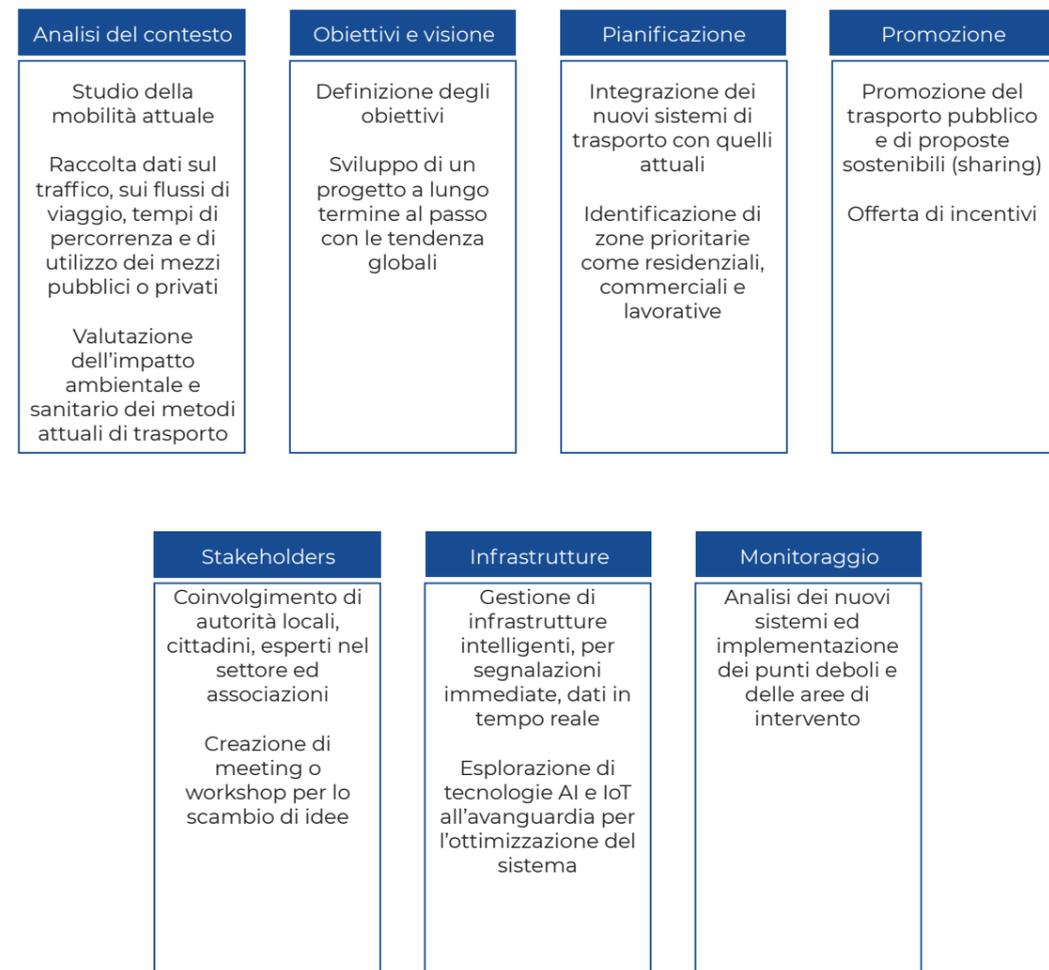
### Regolamento

Gestisce le regole da seguire alla guida e le regole di interazione fra i sensori

### Supporto tecnico

In caso di incidenti o eventuali, deve esserci assistenza continua

## Il processo di innovazione della mobilità urbana



## Sensori per la guida autonoma: lidar e fotocamere multispettrali

Per poter permettere la guida autonoma, la tecnologia si compone di diversi elementi. Per la **creazione di binari-corsia**, ci sono dei sensori che permettono il detecting della strada tramite l'ausilio di **fotocamere multispettrali**. Queste ultime, mappano l'ambiente circostante, elaborano le immagini tramite un **software** per allineare il veicolo all'interno della corsia e permettere i successivi movimenti. Esse si basano sull'**energia riflessa dalle superfici**, usando range basati **sull'ultravioletto**, sul visibile e **sull'infrarosso**. Viene analizzata la lunghezza d'onda in base alla luce immagazzinata all'interno di immagini scattate in **monochrome o RGB**. Questa tipologia di camere, possiede la visione al buio, evita le sfocature, ignora le ombre e vede fra la nebbia con l'uso di filtri speciali ma hanno un'unica limitazione costituita dai costi. In aggiunta alle telecamere, si può usare la tecnologia laser Lidar e radar per migliorare l'accuratezza. Essa determina la distanza di oggetti misurando il tempo che intercorre fra l'emissione del laser che incontra una superficie e il tempo che il raggio riflesso impiega per tornare indietro.



## Tesla (elettrica e connessa a guida autonoma): caratteristiche

Azienda pioniera nel campo della guida autonoma applicata alle auto connesse ed elettriche. Il pilota automatico permette al veicolo di guidare, accelerare e frenare in ogni situazione. Fra gli esempi in esame vi sono il **Model S**, **Model X** e **Model 3** che includono aggiornamenti del software integrato tramite Internet e controllo remoto tramite applicazioni mobili della compagnia. Di seguito le feature del pilota automatico:

- **sterzo automatico:** tramite uso di radar e telecamere, il veicolo tende a mappare l'area esterna e a restare all'interno della corsia, garantendo la sicurezza dei passeggeri e degli altri veicoli;
- **cambio automatico di corsia:** nel momento in cui il pilota attiva l'indicatore in autostrada;
- **navigazione su pilota automatico:** in base ai dati immagazzinati real-time, viene suggerito il miglior percorso per arrivare alla destinazione;

- **richiamo:** tramite app, è possibile far uscire la macchina da un parcheggio troppo stretto prima di salire a bordo.

Il software operativo installato è "**Tesla OS**" basato su **Linux**, ha un'interfaccia personalizzata per gestire i controlli come intrattenimento, GPS, impostazioni di guida e controllo climatico. Il tutto è basato sull'AI che raccoglie dati, li analizza e migliora il sistema in base al machine learning.



## Tesla: architettura informatica

L'architettura del servizio è composta da un insieme di componenti che sono i seguenti:

- **connessione permanente ad internet:** tramite l'uso di una scheda SIM integrata, la Tesla riesce a comunicare con i server Tesla (intermediati fra veicolo e cloud) in maniera continua
- **architettura cloud:** dove vengono immagazzinati i dati raccolti, precisamente in server remoti nel cloud di Tesla, gestiti da Amazon Web Service (AWS)
- **aggiornamenti over-the-air (OTA):** aggiornamenti continui via internet per migliorare l'uso e le prestazioni dell'auto, che vengono installati in background senza creare intralcio all'utilizzo da parte dell'utente
- **app mobile:** sviluppata per iOS e Android al fine di permettere agli utenti il controllo remoto del veicolo come clima, ricarica della batteria, localizzazione dell'auto.

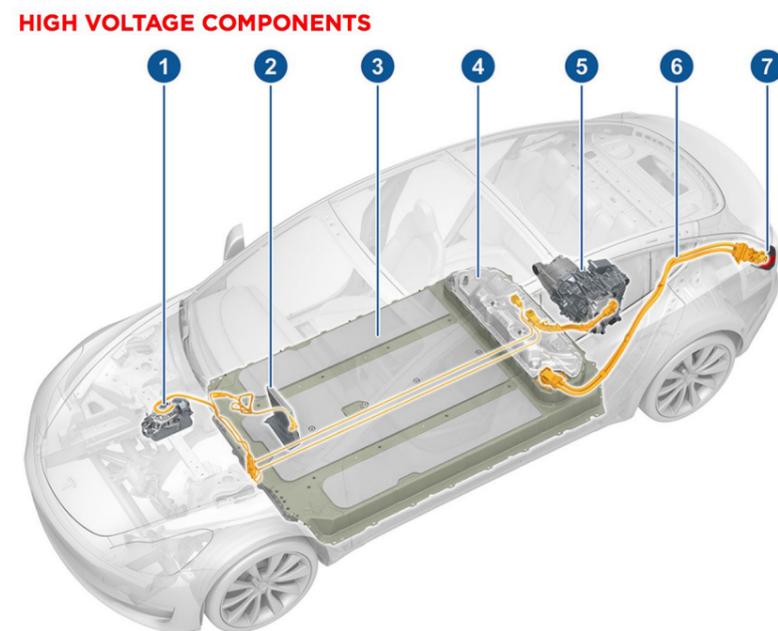


## Tesla: architettura di prodotto

Basata su una piattaforma modulare comune, l'architettura Tesla permette lo sviluppo di diverse tipologie di veicolo. E' stata introdotta nel 2013 con il lancio del Modello S e poi riproposta per i modelli X, 3, Y, Roadster di seconda generazione.

Si utilizzano **batterie agli ioni di litio** installate dentro il telaio dell'auto, sotto il pavimento dell'abitacolo aumentando così la **stabilità del veicolo**. I motori elettrici sono posti sulle ruote, per semplificare l'architettura ed avere una maggiore trazione, erogazione di potenza, frenata generativa e controllo della stabilità, poiché vi è un **abbassamento del baricentro**. In tal modo lo spazio posteriore viene utilizzato totalmente come bagagliaio. La parte informatica riguarda la presenza di **sensori avanzati e telecamere** a supporto della guida autonoma.

Le batterie hanno una potenza che oscilla fra i 75 e 100 Kwh, per un'autonomia variabile fra i **500 e 630 km**. Esse possono essere ricaricate in 15 minuti con la modalità di supercarica, per permettere un'autonomia fino a 300 km.



1. A/C Compressor
2. Cabin Heater
3. High Voltage Battery
4. High Voltage Battery Service Panel
5. Rear Drive Unit
6. High Voltage Cabling
7. Charge Port

## Tesla: composizione delle batterie e sistema refrigerante

Nonostante siano ancora in via di sviluppo nel campo della nuova mobilità, l'utilizzo di batterie in campo automobilistico viene usato da molte case automobilistiche poiché hanno una **buona efficienza, lunga durata e bassa autoscarica**. Sono ritenute sicure per l'uso poiché hanno **sistemi di autogestione avanzati** che controllano variazioni di temperatura, carica, scarica per garantire sicurezza ed affidabilità.

Quelle della Tesla sono composte da celle allungate cilindriche (dette 18650) ed hanno un'alta densità energetica che fornisce una gran quantità di energia, essendo ad ogni modo compatte ma comunque leggere.

Vi è inoltre un **sistema di raffreddamento attivo** che mantiene i parametri entro un delta di sicurezza, anche durante le ricariche rapide o l'uso intensivo.

Unico limite è rappresentato dall'elevato numero di cicli di ricarica dovuto al fatto che l'autonomia delle batterie non copre un elevato chilometraggio, costringendo il conducente a soste per tratti di lunga percorrenza.

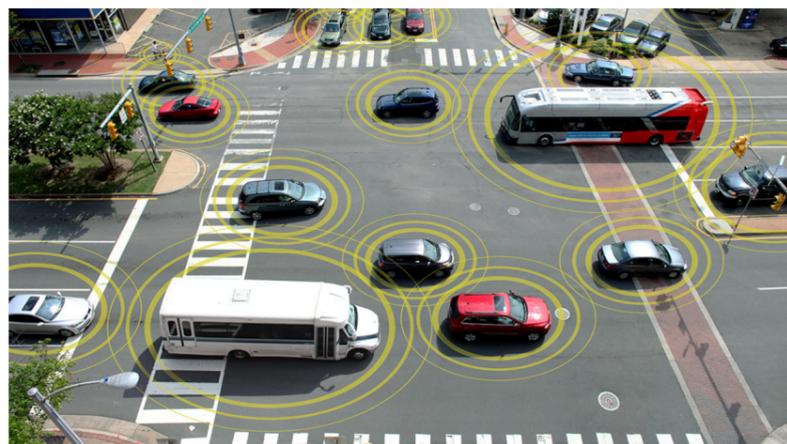


## Tesla: la comunicazione fra due veicoli

La guida autonoma per poter essere pienamente efficiente ha bisogno di poter comunicare con altri veicoli. Al giorno d'oggi, il sistema Tesla ha sviluppato una tecnologia che le permette lo scambio di informazione con altri veicoli simili. Questo tipo di tecnologia chiamato **Vehicle-to-Vehicle (V2V)**, è realizzato specificatamente per le macchine tesla con **l'autopilota**.

Il sistema permette di inviare dati fra tutti i veicoli per aggiornarli sulle condizioni stradali, incidenti, condizioni meteo etc. affinché si possa garantire una maggiore sicurezza.

La tecnologia utilizzata è di tipo **wireless**. Attualmente solo Tesla presenta questa tecnologia ed è funzionante solo tra diverse Tesla poiché mantengono lo stesso standard di connessione.



## Caso studio: Didi Chuxing

In Cina come in molte altre parti del mondo, ci sono dei sistemi più utilizzati del famoso Uber: è il caso dell'app Didi Chuxing che permette di localizzare in tempo reale la posizione dei mezzi, la mappa per poi prenotare un mezzo per lo spostamento. Attualmente il sistema viene utilizzato solo a Pechino, poichè le infrastrutture tecnologiche risultano essere più avanzate rispetto a tutto il resto del mondo.



## Il tram elettrico: funzionamento ed infrastruttura

Il tram elettrico rappresenta uno dei principali mezzi di spostamento all'interno di città, sebbene con velocità limitata rispetto ad altre tipologie di trasporto.

Esso viene alimentato da una linea di contatto aerea detta "**catenaria**" (sostenuta da pali di sostegno posti a precisa distanza) che fornisce energia al tram per il movimento.

In cima ad esso vi è un **pantografo**, ovvero una struttura che si innalza fino a toccare la catenaria, che permette il passaggio di corrente fino al tram.

L'energia viene conservata ed immagazzinata all'interno di **batterie contenute nel tram**, per essere trasferita alle ruote e generare il moto.

In termini di sicurezza, il tram è munito di **segnali luminosi, campanelli o segnali sonori** per avvisare i pedoni della sua presenza in strada.

Tram più moderni hanno guida assistita e controllo automatico della velocità.

L'architettura del tram varia in base al produttore ma comunemente è fatta di:

- **carrozzeria**: struttura esterna che viene realizzata in materiali come acciaio, alluminio o fibre di vetro
- **motore elettrico**: il trasformatore di energia meccanica che permette il movimento
- **batterie**: utili per l'accumulo di energia, per la ricarica durante la sosta o per la frenata rigenerativa
- **pantografo**: leva superiore al tram che si alza per toccare la catenaria per trarre energia
- **sistema di alimentazione**: cavi elettrici e infrastrutture di sostegno per la catenaria
- **sistema di frenata**: tipologia meccanico o elettrico, per arrestare il veicolo
- **sistema di controllo**: gestisce il funzionamento del motore, delle batterie e altri componenti, per garantire efficienza ottimale
- **sistema di comunicazione**: per permettere al personale di bordo di comunicare con i passeggeri, tramite altoparlanti o schermi informativi.

Parlando invece in termini di sistema vi sono vari elementi da tenere in considerazione per la realizzazione dell'infrastruttura:

- **cavi aerei**: detti catenarie che forniscono energia
- **sottostazioni elettriche**: localizzate lungo il percorso del tram, trasformano l'energia ad alta tensione dalla rete di distribuzione a bassa tensione per il funzionamento del tram
- **segnalazione**: segnali di sicurezza e regolazione del traffico lungo il percorso per garantire sicurezza, sono ad esempio segnali acustici, visivi, di stop, di velocità massima etc.
- **infrastrutture di manutenzione**: officine e stazioni per ripristinare il funzionamento dei tram, con grandi spazi per le riparazioni, i ricambi di materiale e materiali di consumo
- **binari**: struttura del percorso, costruiti ad-hoc per sorreggere il peso del tram



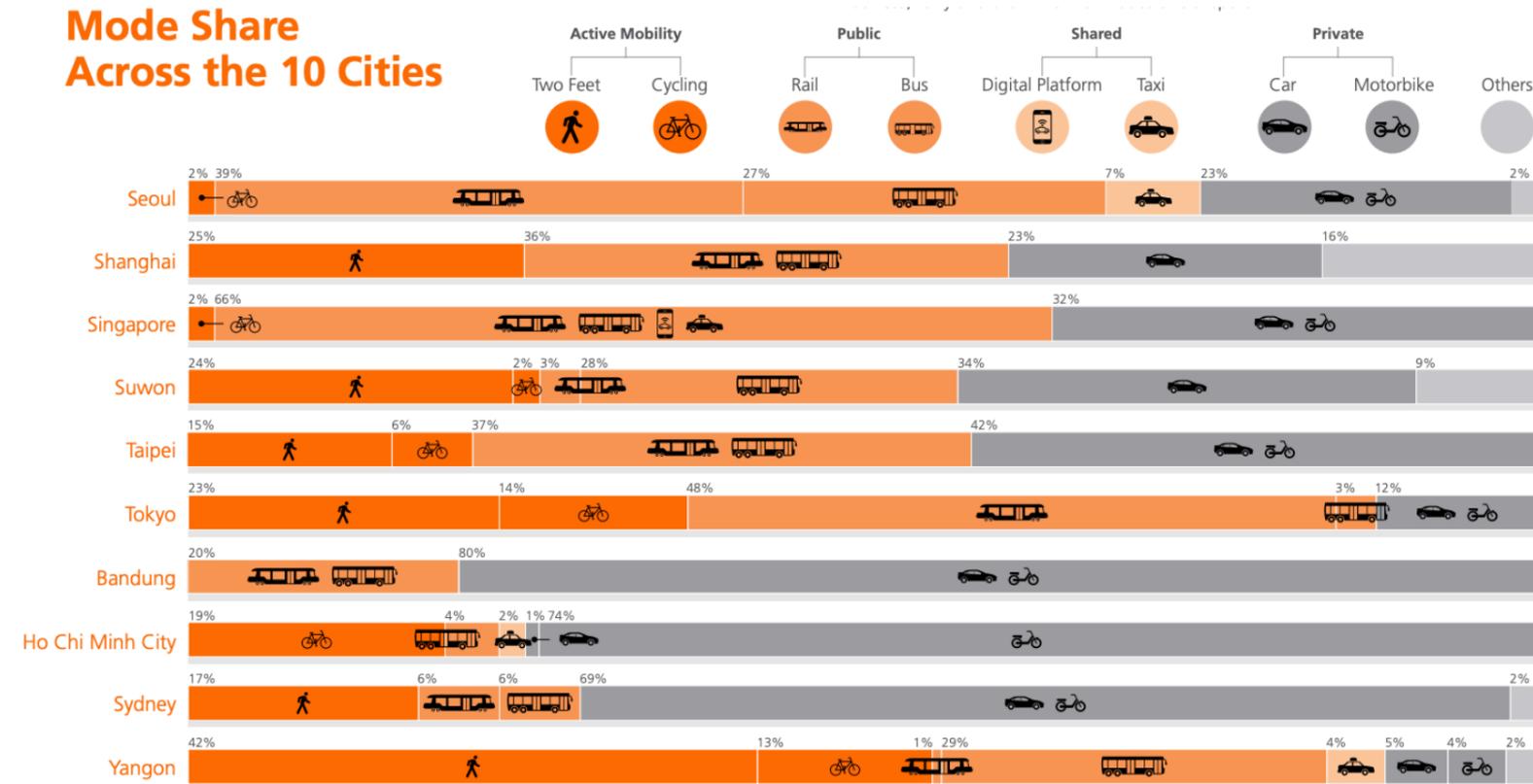
## Caso studio: città di Guangzhou (Cina)

La città di **Canton** si presenta come l'**hub dei trasporti** della Cina meridionale, ed ha sviluppato una rete di trasporti complessa e ben strutturata, che include metropolitane, tram e autobus, nonché l'utilizzo di sistema free-floating nella guida autonoma. Nell'ambito dello **sharing**, vi sono diverse tipologie che possono essere considerate, dal **bike-sharing** al **car-sharing**. Così facendo, la città ne giova in termini di inquinamento atmosferico, costi di acquisto di auto private, facilità di mobilità e riduzione dei parcheggi. La gestione del traffico è basata sul monitoraggio in tempo reale, tramite l'utilizzo di **tecnologie intelligenti** per l'ottimizzazione del traffico e la riduzione di congestione stradale. Il **motivo** per cui la città ha sviluppato tali proposte di mobilità, risiede nel fatto che la città ospita circa **20 milioni di abitanti** e un booking giornaliero di 11 milioni, perciò vi è stata la necessità di soddisfare un'immensa richiesta di trasporto. I **limiti ambientali** pongono difficoltà riguardo le nuove installazioni di infrastrutture, perciò la città sta tentando di convertirsi alla guida condivisa di tipologia autonoma, **eliminando la**

**proprietà privata dell'auto** per installare colonnine di ricarica per i mezzi sharing. Altro problema riguarda l'inquinamento, derivante dall'uso di una gran quantità di mezzi non sostenibili, motivo per cui si cerca il cambiamento verso l'elettrico, tramite **incentivi** sugli acquisti di nuove vetture o addirittura cambiare le abitudini della popolazione aiutandole a spostarsi tramite mezzi di trasporto pubblico. Altra ragione è il **costo di macchine** che risulta elevato, comprendendo anche manutenzione e acquisto. In fine nelle ore di punta avviene l'overbooking di mezzi e i parcheggi diventano un problema anche per le sharing station. Nella figura seguente, i trasporti pubblici in numeri.



## Mode Share Across the 10 Cities



## Car2Go: infrastruttura

Fra le prime e più grandi società di car sharing al mondo, nasce nel 2008 ad Ulm (Germania) e permette il noleggio di auto in modalità **free-floating** (prenotazione senza necessità di riparcheggiarle in un posto specifico, risulta più flessibile come sistema e meno vincolato dal classico noleggio). Ogni veicolo è dotato di un **GPS per comunicare la posizione**, i dati vengono costantemente aggiornati e messi a disposizione tramite l'applicazione mobile per dispositivi. In alcune città vi sono dei **parcheggi dedicati**, nel frattempo ci sono richieste per l'accesso alle zone di sosta pubbliche e a **colonnine di ricarica**. Tecnologie abilitanti sono quelle **wireless a corto raggio NFC e Bluetooth** e connessione cellulare. Esse permettono all'utente di sbloccare il veicolo dall'app sullo smartphone. Successivamente viene inviata la richiesta al server per **richiedere il noleggio** e le condizioni del veicolo (durata batteria ed autonomia o eventuali guasti). Il GPS si usa per la navigazione e per rilevare la posizione del veicolo da noleggiare, per delineare l'area di copertura affinché le auto siano reperibili nel breve raggio.



## Jump: infrastruttura

Servizio di e-bike nato nel 2010 a New York. Nel 2018 l'azienda viene acquisita da **Uber** ed il servizio fu lanciato in varie città come San Francisco, Washington, Berlino e Bruxelles. Il servizio prevede l'utilizzo di bici dotate di pedali, **batterie a litio** che forniscono l'elettricità al motore. L'infrastruttura è composta di:

- **stazioni di ricarica:** disposte in varie zone della città, dotate di sistemi di ricarica rapida
- **applicazione per device:** permette la prenotazione della bici, segnalazione di guasti, monitoraggio del traffico e navigazione con GPS integrato
- **QR code:** tecnologia a raggio breve per lo sblocco della bici
- **servizi centrali:** composti da computer che elaborano dati e che controllano il funzionamento delle biciclette, raccolgono dati degli utenti e analizzano performance di servizio
- **antenne GPS e dispositivi di localizzazione:** per il tracciamento delle bici e per fornire la disponibilità alla prenotazione della bici



## Caso studio: Microlino

Il progetto Microlino nasce in Svizzera e viene sviluppato in Italia. Esso si basa su un prodotto diverso dalle macchine ma ad ogni modo destinato al trasporto. Parliamo di un **quadriciclo pesante**, con **ricarica elettrica** e delle batterie agli ioni di litio per la conservazione della stessa.

L'architettura prodotto risulta essere di gran lunga più semplificata rispetto ad una macchina qualsiasi. Essa nasce con l'obiettivo di rispondere non solo alle necessità in termini di inquinamento ambientale, ma anche con l'obiettivo di **risparmiare spazio** e fornire al consumatore una nuova esperienza di guida. Nasce per **due persone**, con dimensioni ridotte e presente un limite massimo di velocità di 90 kmh. In termini di spazio, il suo ingombro corrisponde a circa **1/3 di un'auto normale**.



## Caso studio: Apple Car

Il nome non è ufficiale del progetto che si dice in fase di sviluppo dal 2014. Si parla di un veicolo elettrico e autonomo con tecnologie avanzate di intelligenza artificiale di machine learning. Si vocifera che Apple abbia investito in tecnologie rispetto alle batterie dal punto di vista della ricarica ridotta e dell'autonomia elevata. Si dice che andrà fare concorrenza alla tesla attualmente First Mover nel settore. Probabilmente anche le altre case automobilistiche tratteranno a questa richiesta di mercato elettrica autonoma. L'intelligenza artificiale avrà un sistema a se stante, in grado di comunicare con assistente vocale Siri, attualmente in uso in tutti gli altri dispositivi elettronici Apple. Nonostante la realizzazione del progetto sia ancora in dubbio, all'interno del mondo automobilistico si considera una potenziale partnership con Hyundai o BMW.



## Caso studio: Autobus WeRide - La Robobus

Il **mini autobus** è stato sviluppato per il **trasporto di massa**, insieme alla collaborazione di Yutong Group per la manifattura. Si parla di una nuova forma di mobilità urbana, di tipologia a **guida autonoma di livello 4**, sostenibile e prenotabile tramite app mobile. La velocità massima è di **40kmh**, le frenate vengono attutite e le distanze di sicurezza rispettate. Il sistema è composta da un Lidar e fotocamere che mappano costantemente l'ambiente circostante ed inviano dati in tempo reale ad un server. Grazie alle tecnologie avanzate, il sistema è in grado di identificare possibili pericoli anche di carattere atmosferico, in modo da poter autoregolare la velocità, cambi di direzione e la frenata. E' possibile monitorare i mezzi e prenotarli tramite l'app WeRide Go



## Stress Test: città di Milano

Fase 1:

- **definizione degli obiettivi:** riduzione di emissioni di carbonio, miglioramento qualità dell'aria, riduzione del traffico e promozione mobilità sostenibile
- **raccolta di dati:** di tipo demografico, basati sul traffico, sulle emissioni e sui servizi di trasporto pubblico
- **progettazione di infrastrutture:** per sostenere l'utilizzo di mezzi pubblici, con stazioni di ricarica e sharing

Fase 2:

- **simulazioni del traffico:** tramite software per comprendere come il ban della auto private possa cambiare il flusso del traffico esistente, valutare la congestione, nuovi tempi di percorrenza e affluenza dei mezzi pubblici
- **valutazione di accessibilità:** verificare quanto questi servizi siano accessibili in base alla città, diffusione dei mezzi, convenienza economica e fermate
- **pianificazione di spazi urbani:** riprogettare nuovi

spazi urbani che includano corsie per biciclette e smart mobility, parcheggi e fermate

Fase 3:

- **pianificazione della transizione graduale:** cercare di modificare gradualmente le abitudini dei cittadini e le restrizioni imposte per non apportare cambiamenti radicali, magari iniziando a limitare determinate aree in base ad orari specifici
- **monitoraggio delle prestazioni:** per vedere l'efficacia del nuovo piano di sviluppo
- **adattamento ed ottimizzazione:** cercare di ottimizzare in base ai dati i nuovi trasporti, restrizioni e nuove regole
- **coinvolgimento di stakeholders:** per avere feedback e collaborazione così da facilitare ed accelerare il cambiamento

Prendiamo in esame Milano considerato una delle città con più evoluzione degli ultimi anni. La densità di popolazione importante potrebbe essere ottima per la valutazione. Il sistema di trasporto pubblico e ben sviluppato e altrettanto lo sono le infrastrutture. Vi sono problemi di congestione del traffico e iniziative di mobilità sostenibile. Regolamentazione favorevole. Popolazione varia, che permette di avere differenti tipologie di esigenze.

Nella tabella seguente vengono riportate due tipologie di indicatori:  
 - di stato: forniscono lo stato corrente ed il funzionamento del sistema  
 - di risposta: misurano il modo in cui il sistema attuale risponde a cambiamenti ed influenze esterne

### Dati

Popolazione residente al 1 Gennaio 2023: totale 3.219.391, uomini 1568453, donne 1.650.938

Densità per km2: 2.038,3

Superficie: 1.578,90 km2

Età media: 44,5 anni

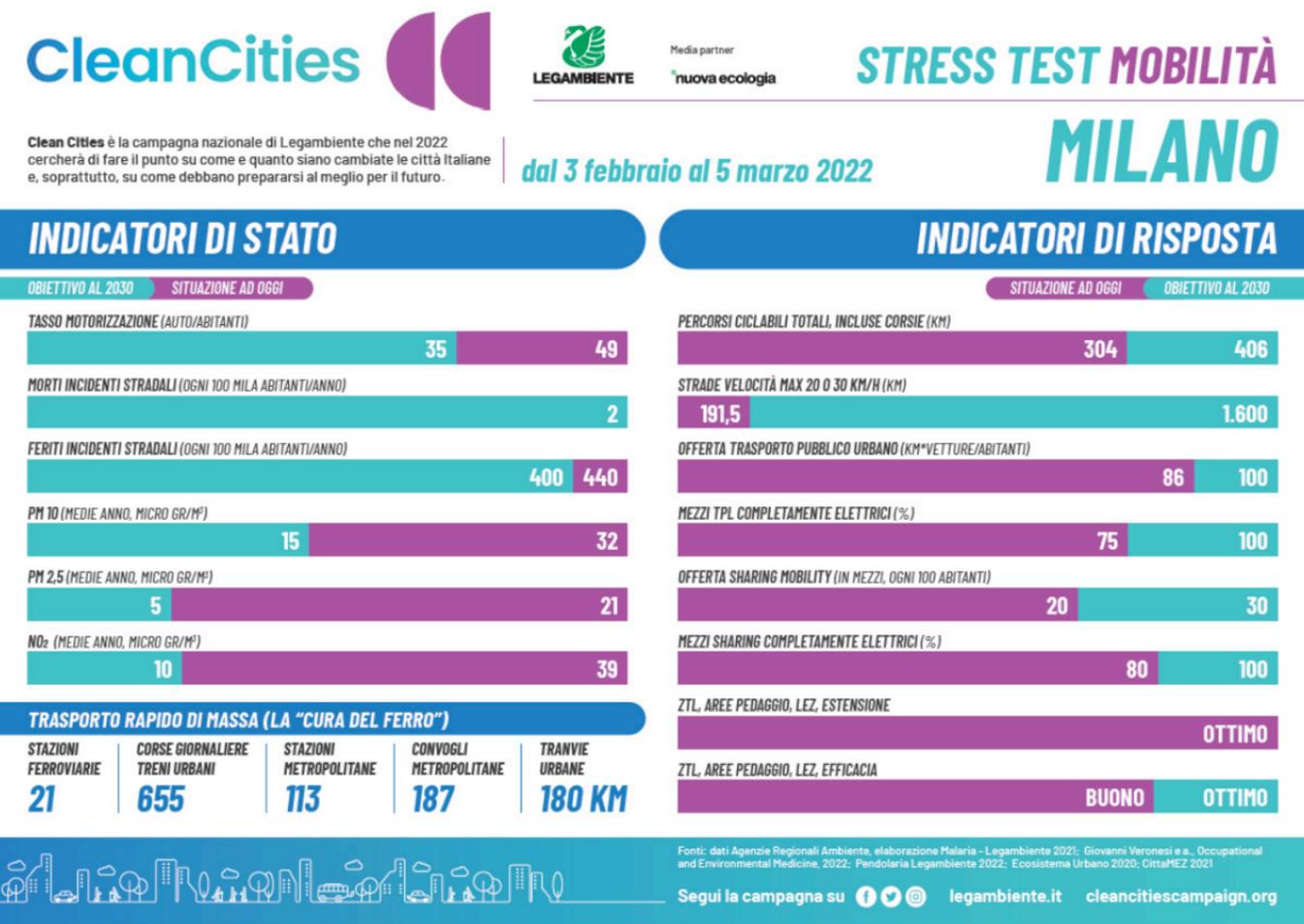
Numero di famiglie: 1.536.050

Tasso di natalità: 8,4

Codice ISTAT Milano: 015146

Veicoli privati: 2.735.257

Classificazioni ambientali per prov6incia da Euro 0 a Euro



Capitolo 4

# Analisi di mercato (QFD) (Quality Function Deployment)

## QFD: le sei domande

Metodologia utilizzata nello sviluppo prodotto, che individua le esigenze dei clienti in termini progettuali.

**Chi** usa il prodotto?

famiglie  
adulti  
giovani

**Cosa** (qual) è la funzione del prodotto?

sostenere la mobilità condivisa  
migliorare la sicurezza stradale  
implementare la sostenibilità ambientale

**Dove** viene utilizzato?

ambiente urbano  
città con alto numero di mezzi

**Requisiti:** Semplicità d'uso - Ergonomia - Sicurezza - Estetica - Spaziosità - Numero di funzionalità  
Manutenzione - Comfort - Costo d'acquisto - Tecnologia accessibilità - Interazione con il passeggero - Connettività - Assistenza - Monitoraggio del traffico - Alimentazione elettrica

**Quando** è utilizzata e quante volte?

durante il giorno  
durante la notte  
2 - 4 volte al giorno

**Perchè** o per quale motivo è utilizzato il prodotto?

esigenze lavorative  
risparmio economico  
maggiore efficienza  
riduzione del traffico

**Come** viene utilizzato il prodotto?

tramite prenotazione via app per il car sharing  
tramite la guida autonoma o assistita  
tramite navigazione intelligente

## QFD - matrice di interrelazione (1° uso)

Strumento che stabilisce una **relazione di dipendenza** o importanza relativa fra requisiti e concetti, al fine di stabilire le azioni da compiere. I valori della relazione **cause/effetto** sono i seguenti:

Nulla = 0    Debole = 1    Media = 3    Forte = 9

Matrice di dipendenza - indipendenza																	
quanto il requisito in colonna (causa) influenza quello in riga (effetto)	semplicità d'uso	ergonomia	sicurezza	estetica	spaziosità	numero di funzionalità	manutenzione	comfort	costo d'acquisto	tecnologia	accessibilità	interazione con	connettività	assistenza vocale	monitoraggio del traffico	alimentazione elettrica	TOTALE DIPENDENTI
semplicità d'uso		1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	0	0	14
ergonomia	1		1	1	3	0	1	9	0	0	3	0	0	0	0	0	19
sicurezza	1	3		0	0	0	0	0	3	9	0	0	3	0	3	0	22
estetica	3	1	1		3	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	17
spaziosità	1	9	0	0		0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	1	17
numero di funzionalità	3	1	3	1	3		3	0	3	0	0	1	0	1	0	1	20
manutenzione	0	1	3	0	3	1		1	0	0	3	1	0	0	0	1	14
comfort	0	3	0	0	9	0	0		0	0	3	0	0	0	0	0	15
costo d'acquisto	1	3	3	3	3	3	0	3		3	1	0	0	0	0	9	32
tecnologia	3	0	3	0	1	9	1	3	9		0	0	1	1	1	1	33
accessibilità	0	9	0	0	9	0	0	0	1	0		0	0	0	0	0	19
interazione con il passeggero	9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		3	3	0	0	17
connettività	1	0	0	0	0	3	0	0	3	9	0	0		3	1	1	21
assistenza vocale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3		0	0	6
monitoraggio del traffico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1		0	5
alimentazione elettrica	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	1		7
<b>TOTALE INDIPENDENTI</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	15	6	<b>34</b>	16	5	<b>23</b>	19	22	<b>25</b>	9	16	13	6	14	

## QFD - matrice di interrelazione (2° uso)

Strumento che stabilisce una **relazione di importanza relativa** fra requisiti e concetti, al fine di stabilire le azioni da compiere. I valori della relazione **di importanza relativa** sono i seguenti:

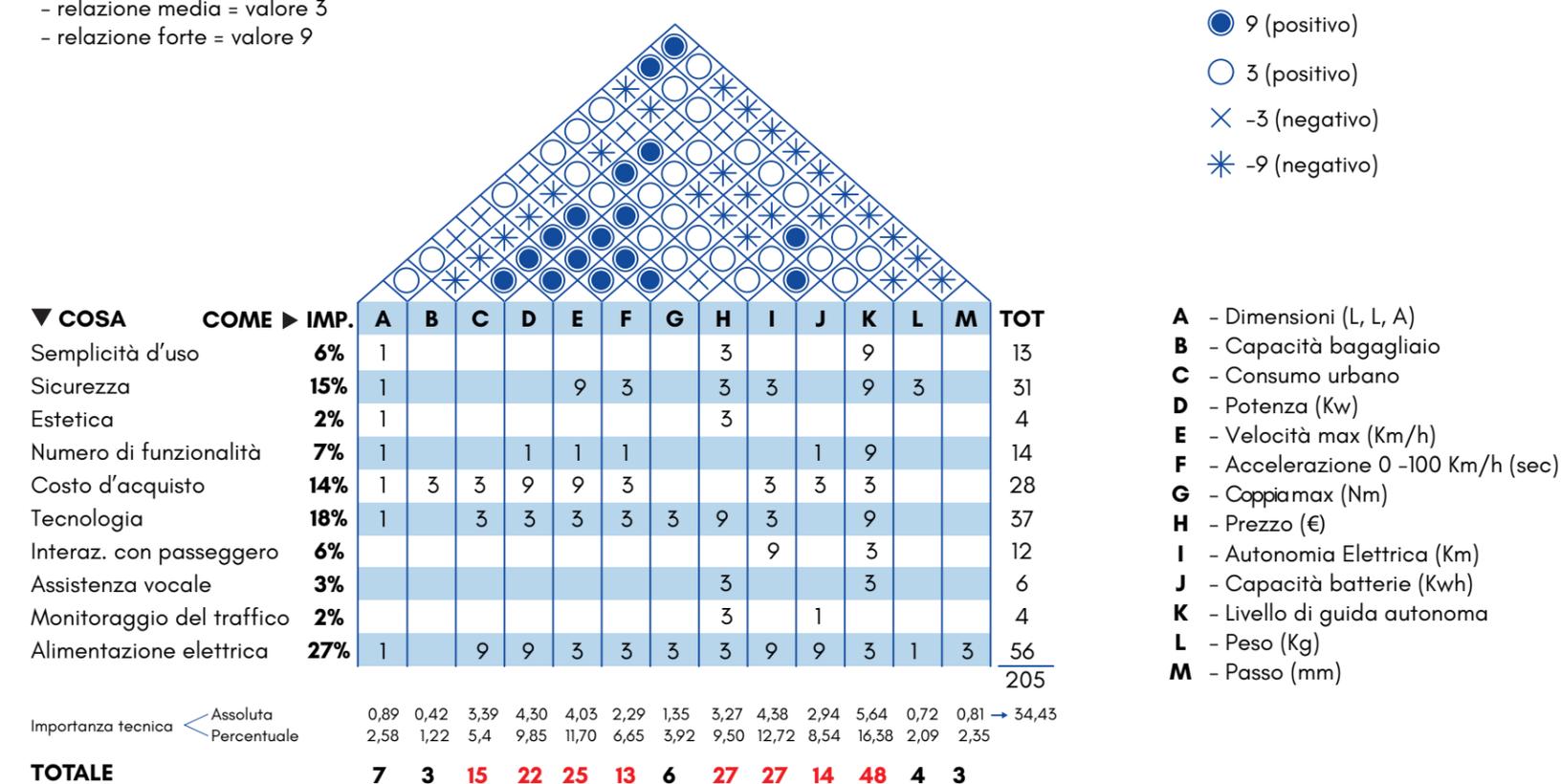
Requisito meno importante = 0      Requisito di uguale importanza = 1      Requisito più importante = 2

Matrice di importanza relativa																	
la colonna è più importante della riga?	semplicità d'uso	ergonomia	sicurezza	estetica	spaziosità	numero di funzionalità	manutenzione	comfort	costo d'acquisto	tecnologia	accessibilità	interazione con il passeggero	connettività	assistenza vocale	monitoraggio del traffico	alimentazione elettrica	
semplicità d'uso		2	2	0	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	
ergonomia	0		2	0	1	1	1	0	2	2	1	2	2	2	2	2	
sicurezza	0	0		0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
estetica	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
spaziosità	1	1	2	0		1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	
numero di funzionalità	0	1	1	0	1		1	0	1	1	0	2	1	1	1	1	
manutenzione	1	1	1	0	1	1		1	2	2	1	2	2	1	1	1	
comfort	1	2	2	0	1	2	1		2	2	1	2	2	2	2	1	
costo d'acquisto	0	0	2	0	0	1	0	0		1	0	1	2	1	2	1	
tecnologia	0	0	1	0	0	1	0	0	1		0	1	1	1	1	1	
accessibilità	0	1	2	0	1	2	1	1	2	2		1	2	1	2	1	
interazione con il passeggero	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	1		2	2	1	1	
connettività	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0		0	1	1	
assistenza vocale	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	2		2	1	
monitoraggio del traffico	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0		0	
alimentazione elettrica	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
VOTI	6	10	23	1	10	18	12	7	19	22	11	18	25	16	24	18	240
	2,50%	4,17%	9,58%	0,42%	4,17%	7,50%	5,00%	2,92%	7,92%	9,17%	4,58%	7,50%	10,42%	6,67%	10,00%	7,50%	100%

## QFD - matrice cosa/come

Strumento che definisce i bisogni (cosa) e il modo in cui vengono soddisfatti (come).

- relazione nulla = casella vuota
- relazione debole = valore 1
- relazione media = valore 3
- relazione forte = valore 9



## Segmenti auto

City car  
Segmento A



Compact  
Segmento C



Full-size  
Segmento E



Supersport  
Segmento S



Subcompact  
Segmento B



Mid-size  
Segmento D



Full-size  
luxury  
Segmento F



Sport coupè  
Segmento S



Capitolo 5

# Analisi della concorrenza

## Benchmark

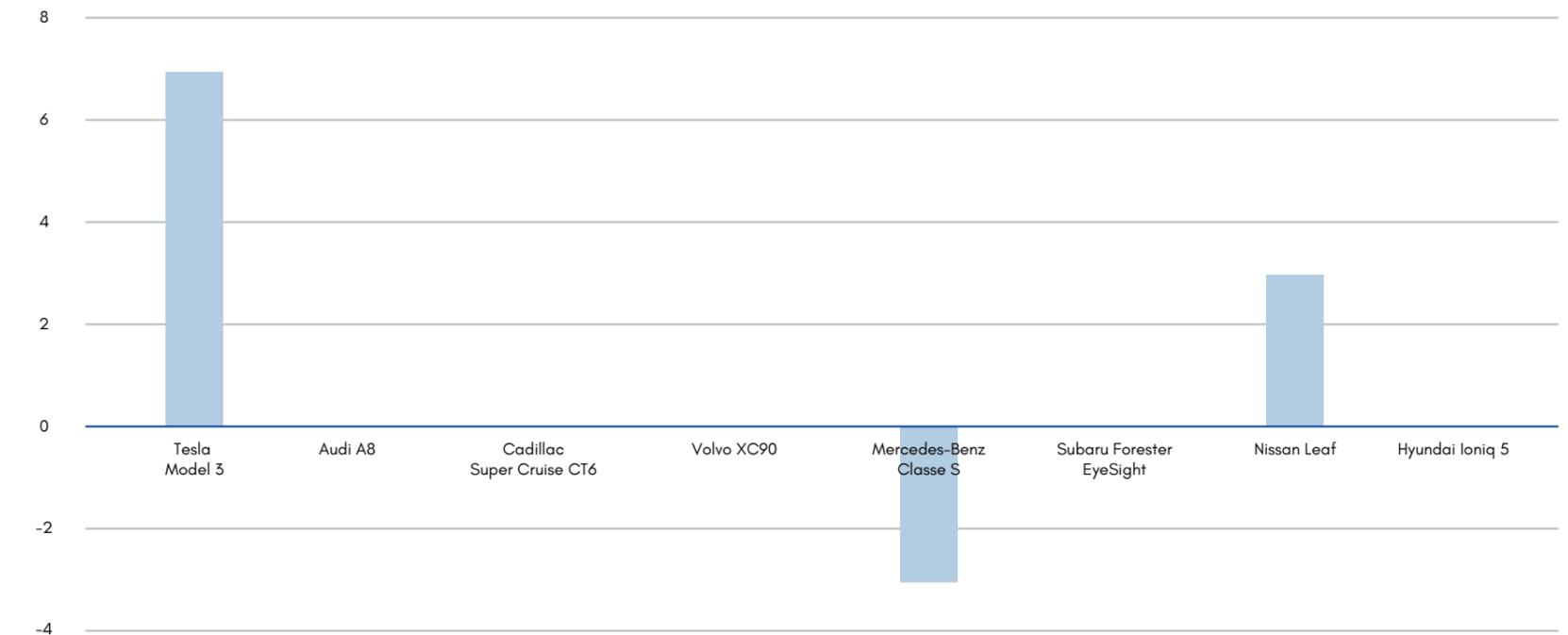
Strumento di analisi di concorrenti e principali caratteristiche su cui operare per apportare innovazione.

	Tesla model 3	Audi A8	Cadillac Super Cruise CT6	Volvo XC90	Mercedes-Benz Classe S	Subaru Forester EyeSight	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq 5
lunghezza (mm)	4.694	5.190	5.184	4.953	5.179	4.640	4.490	4.635
larghezza (mm)	1.849	1.945	1.880	1.958	1.954	1.815	2.030	1.890
altezza (mm)	1.443	1.473	1.473	1.776	1.516	1.730	1.540	1.605
capacità bagagliaio (Lt)	542	505	433	709	550	505	435	531
consumo urbano (per 100 km) - Lt or Kwh	16 kw	6,4 Lt	13,1 Lt	5,2 Lt	20,6 Lt	7,3 Lt	16,6 Kwh	18,9 kw
cilindrata (cm3)	/	3.328	3.649	1969	2.999	1.995	/	/
alimentazione	Elettrica	Hybrid (D+EI)	B/D/GPL BiFuel	Hybrid (D+EI)	B/D/Hybrid (D+EI)	B	Elettrica	Elettrica
potenza (Kw)	340	235	508	186,5	315,5	169	110	70
velocità max (km/h)	225	250	230	180	290	194	143,23	185
accelerazione 0 - 100 km/h (sec)	6,1	4,4	7,5	7,5	6,4	10,4	7,9	8,5
coppia max (Nm)	450	500	385	309	1430	196	320	350
numero posti	5	5	5	7	5	5	5	5
numero di porte	5	5	5	5	5	5	5	5
prezzo (I )	41.490	104.190	163.522	77.855	115.412	38.974	33.321	46.750
autonomia elettrica (km)	629	38	/	51	100	/	378	488
capacità batterie (kwh)	82	17,9	/	18,8	25	48	62	77
livello di guida autonoma	2	3	2	3	3	2	2	2
peso (Kg)	1.844	2.385	1.995	2.297	2.645	1.683	1.580	1.985
passo (mm)	2.875	2.998	3.109	2.984	3.396	2.670	2.700	3.000
<b>TOP</b>	8	3	3	3	3	4	6	3
<b>FLOP</b>	1	3	3	3	6	4	3	3
<b>TOP - FLOP</b>	7	0	0	0	-3	0	3	0

Vettura ambito urbano, connessa
< 4.490 mm
< 1.815 mm
< 1.443 mm
< 433 Lt
< 16 Kwh
/
Elettrica
< 110 Kw
< 180 Km/h
> 6,4 Km/h
< 196 Nm
5
5
< 33.321 I
> 629 Km
> 82 Kwh
> 3
< 1.683 Kg
> 2.670
> 7

## Top-Flop Analysis

Metodologia di analisi dei limiti minimi di innovazione da apportare in base ai prodotti concorrenti.



Capitolo 6

# Impostazione di progetto

## Budget R&S

	Costi del materiale		Costi delle prestazioni		
	N° modelli	Costo unitario	N° di addetti	N° ore	Costo unitario
Analisi dell'ambiente	/	/	25 Ing	1000	40.000 €
Analisi della concorrenza	/	/	20 Ing	800	32.000 €
Planning e budget	/	/	20 Ing	800	32.000 €
Architettura di gamma	/	/	10 Des - 10 Ing	800	32.000 €
Styling	/	/	15 Des	600	24.000 €
Progettazione	/	/	15 Des - 30 Ing	1800	72.000 €
Prototipazione	30	600.000 €	40 Op - 10 Des - 15 Ing	2600	104.000 €
Prova su strada	20	120.000 €	25 Ing	1000	40.000 €
Messa a punto	15	170.000 €	20 Ing	800	32.000 €
		890.000 €			408.000 €

### Costi attrezzature

Telaio	400.000 €
Motore elettrico	550.000 €
Tecnologia	150.000€
Carrozzeria	600.000 €
Cristalli	400.000 €
Interni	250.000 €

2.350.000 €

**Totale**

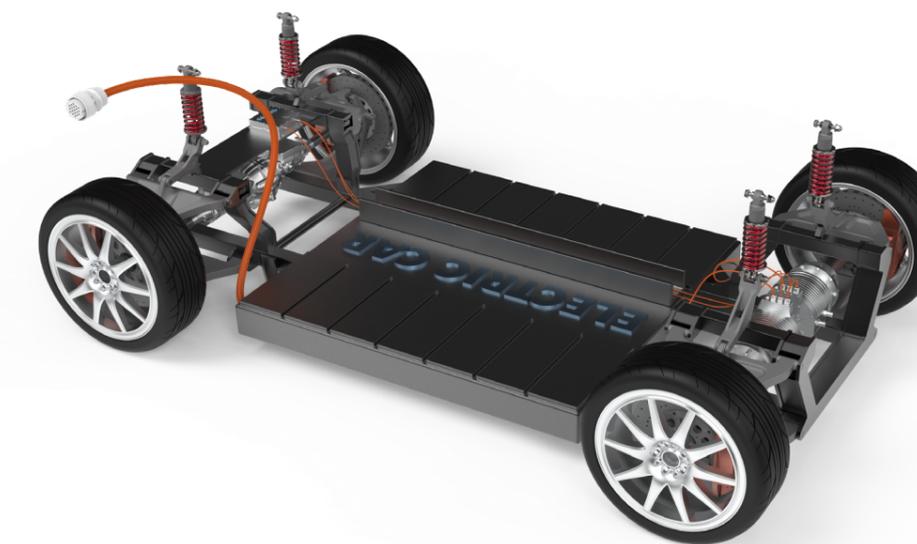
**3.648.000 €**

## Architettura prodotto

Caratteristiche:

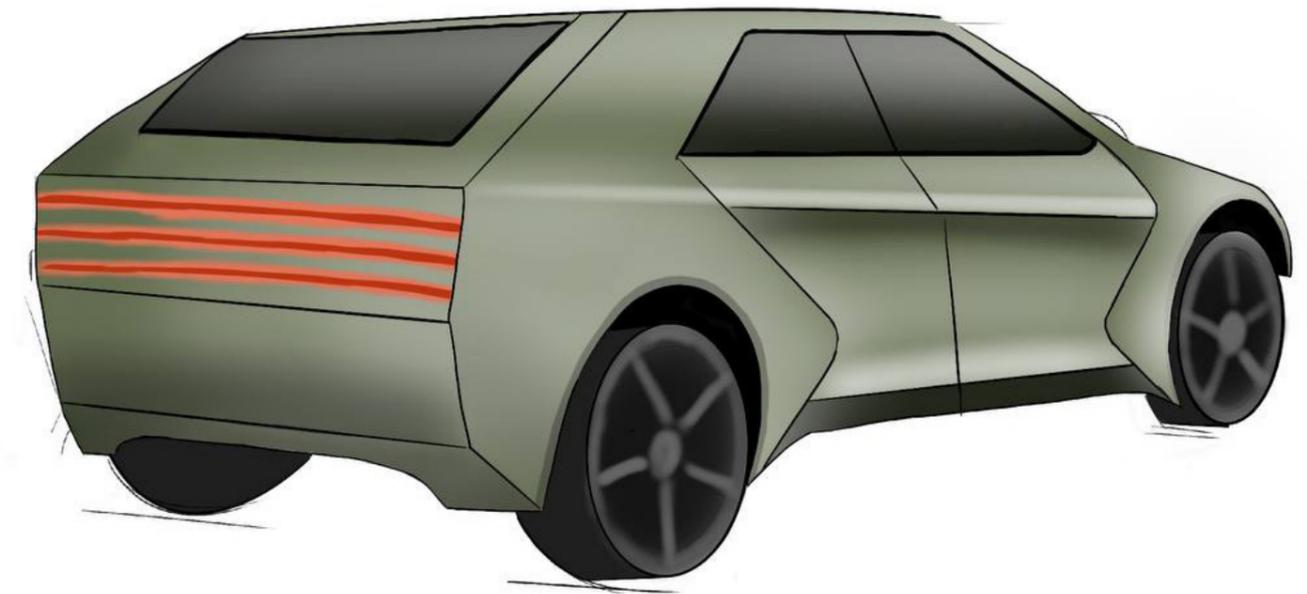
Trazione elettrica anteriore  
 Spinotto di ricarica  
 Battery pack x14  
 Inverter  
 Motore elettrico  
 Sistema di trasmissione posteriore  
 Cablaggio

Lunghezza (< 4490)  
 Larghezza (< 1815)  
 Altezza (< 1443)  
 Cilindrata - Elettrico  
 Accelerazione 0-100 Km/h (> 6,4 Km/h)  
 Capacità batterie (> 82 Kwh)  
 Livello di guida autonoma (> 3)  
 Passo (> 2670)



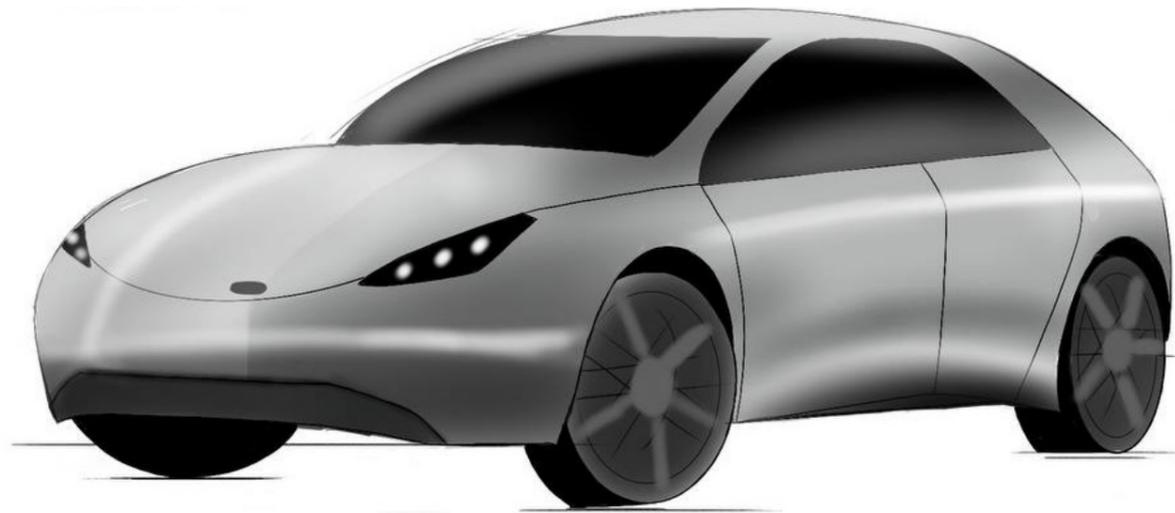
## SDE: Stylistic Design Engineering method (Stone)

---



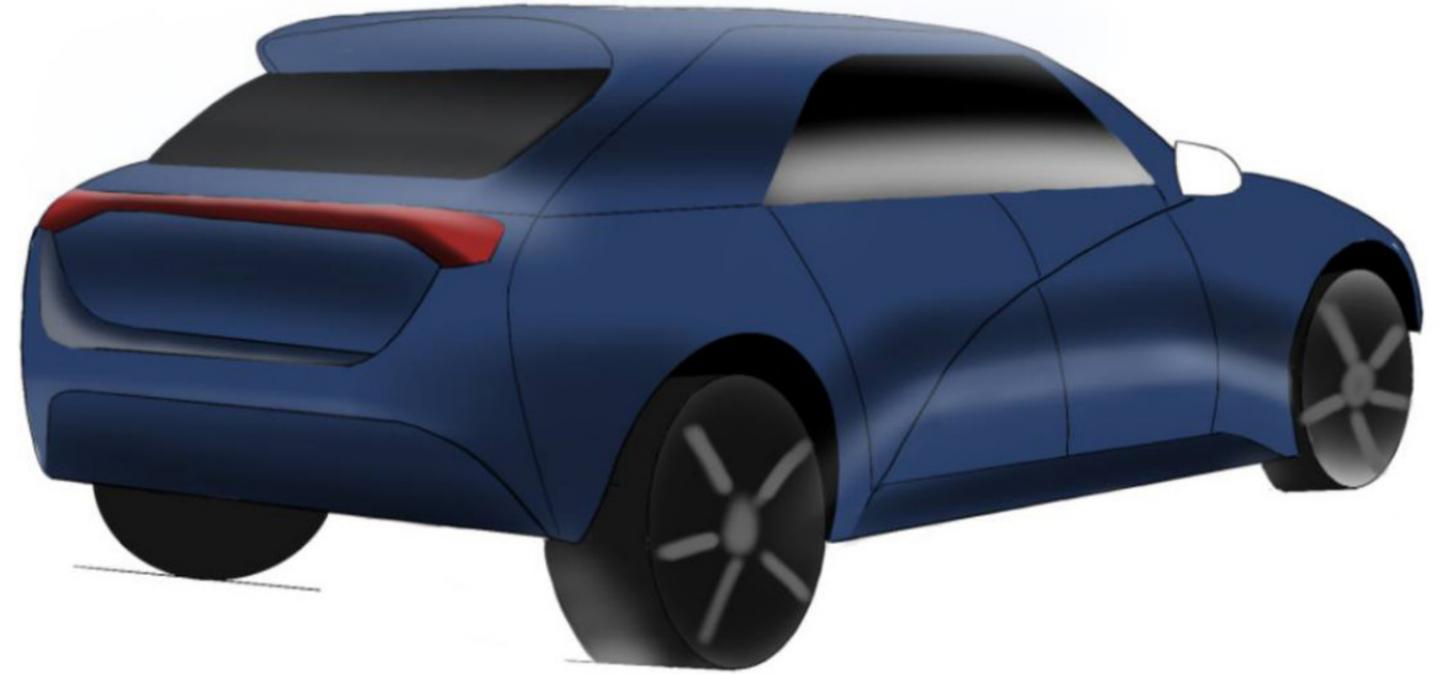
## SDE: Stylistic Design Engineering method (Natural)

---



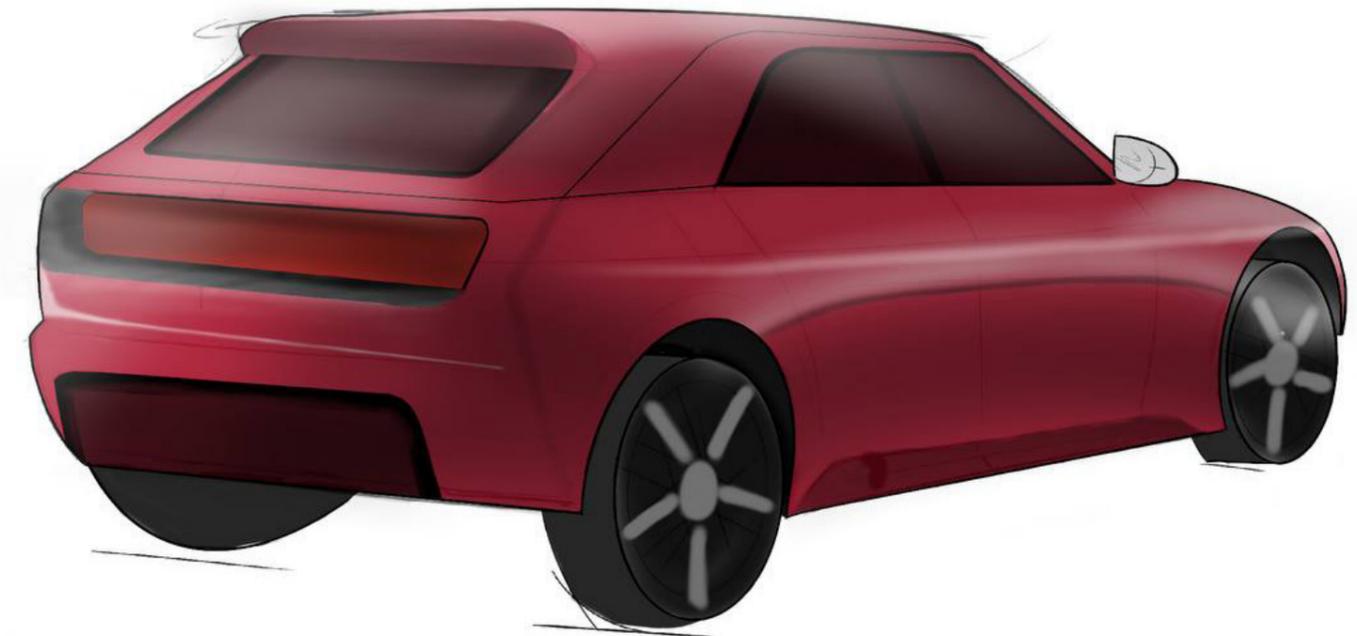
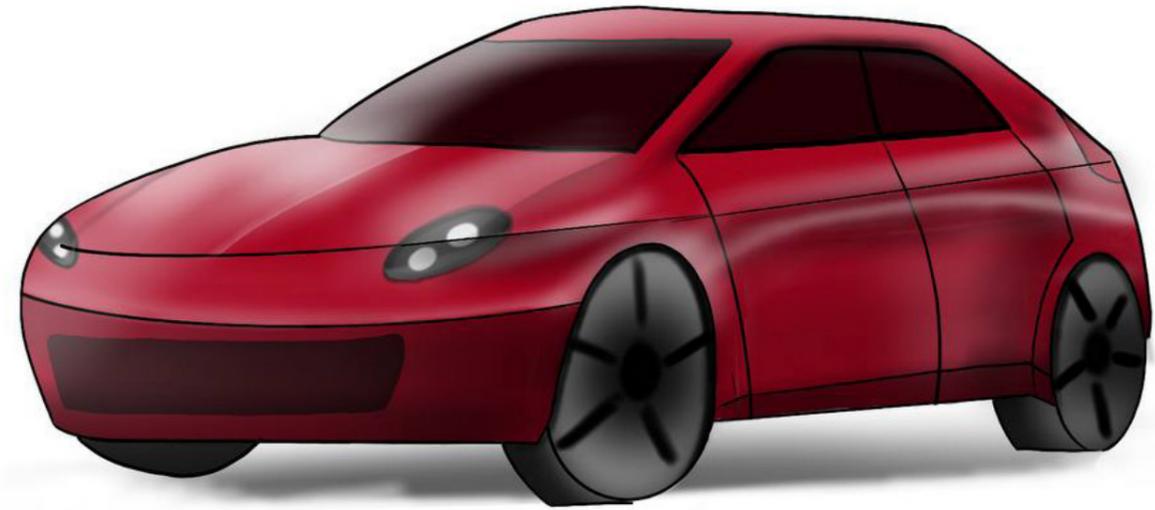
## SDE: Stylistic Design Engineering method (Advanced)

---

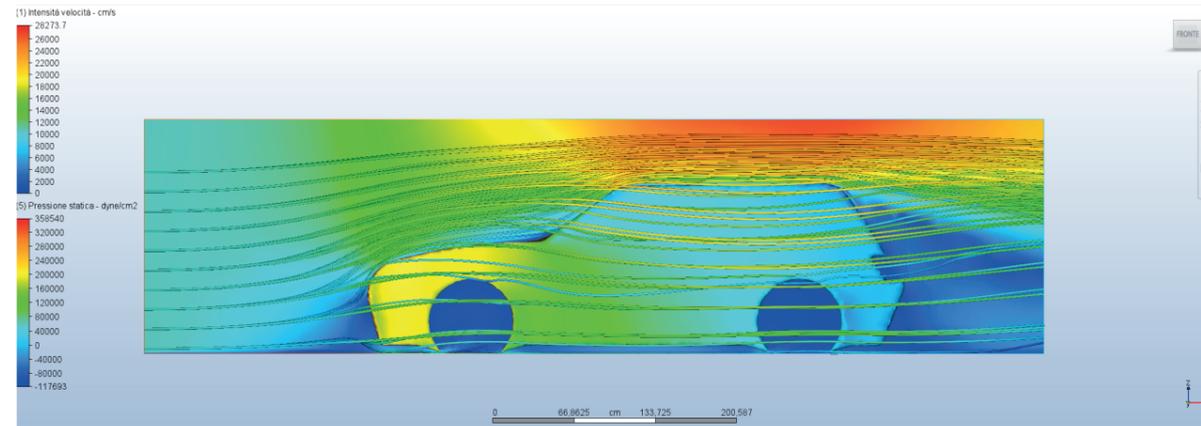


## SDE: Stylistic Design Engineering method (Retro)

---



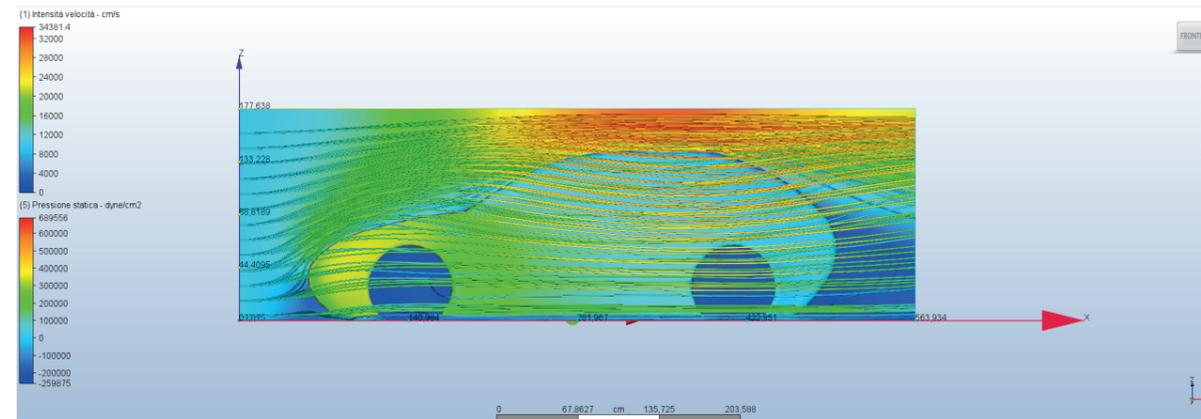
## CFD Rough: Retrò - Natural



Volume - 6.806.920,67  
cm<sup>3</sup>  
Area laterale - 38.896 cm<sup>2</sup>  
Area frontale - 2.3 m<sup>2</sup>  
Forza = 933 N  
Velocità = 104 kmh  
Densità aria = 1,225 Kg/m<sup>3</sup>

$$C_D = 0,061$$

**Retrò**

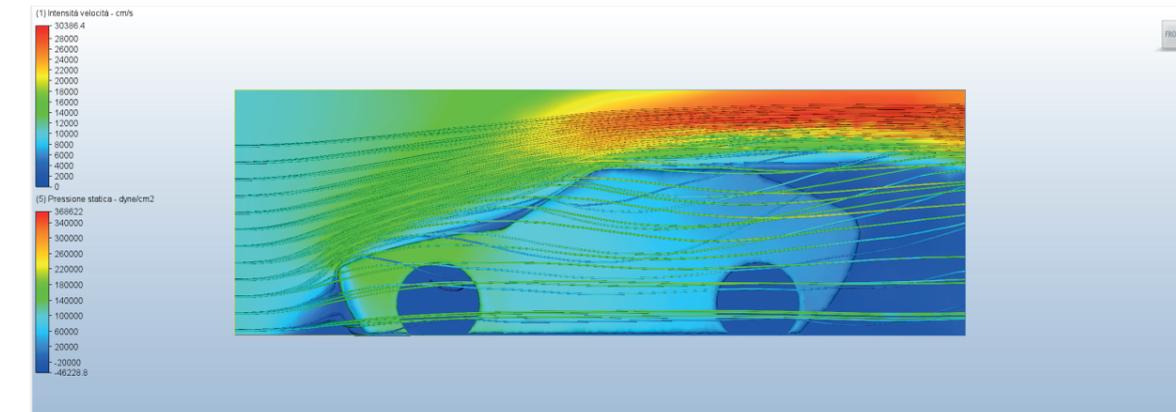


Volume - 6.841.286,19 cm<sup>3</sup>  
Area laterale - 39.093 cm<sup>2</sup>  
Area frontale - 2.4 m<sup>2</sup>  
Forza = 1048N  
Velocità = 104 kmh  
Densità aria = 1,225 Kg/m<sup>3</sup>

$$C_D = 0,065$$

**Natural**

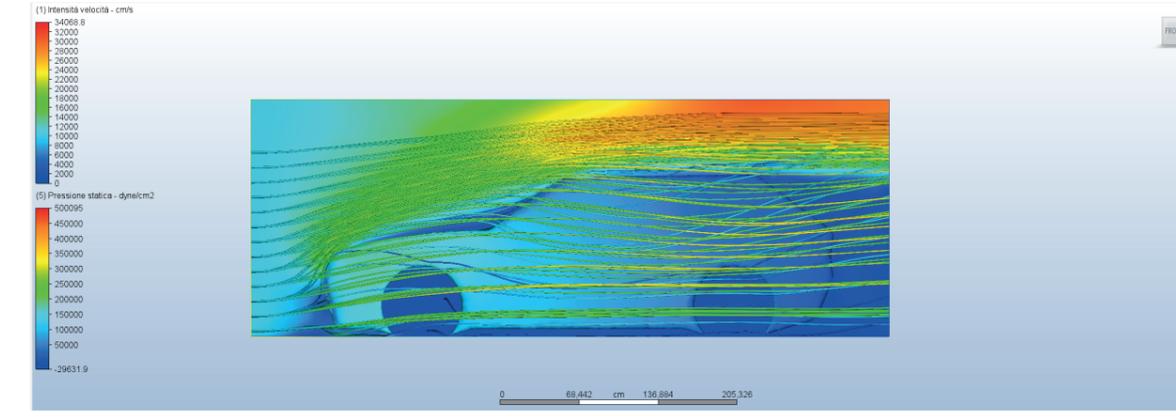
## CFD Rough: Advanced - Stone



Volume - 6.785.357,23  
cm<sup>3</sup>  
Area laterale - 38.773 cm<sup>2</sup>  
Area frontale - 2.4 m<sup>2</sup>  
Forza = 940 N  
Velocità = 104 kmh  
Densità aria = 1,225 Kg/m<sup>3</sup>

$$C_D = 0,059$$

**Advanced**



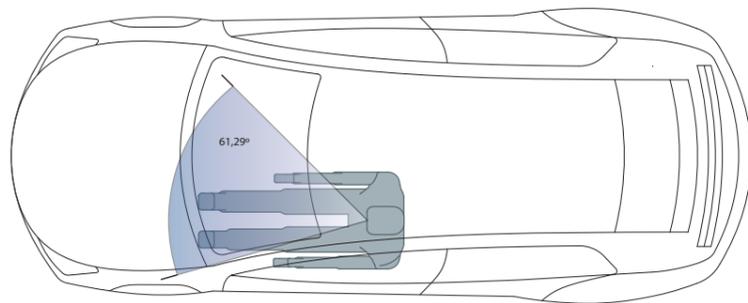
Volume - 6.841.286,19 cm<sup>3</sup>  
Area laterale - 39.093 cm<sup>2</sup>  
Area frontale - 2.4 m<sup>2</sup>  
Forza = 995 N  
Velocità = 104 kmh  
Densità aria = 1,225 Kg/m<sup>3</sup>

$$C_D = 0,065$$

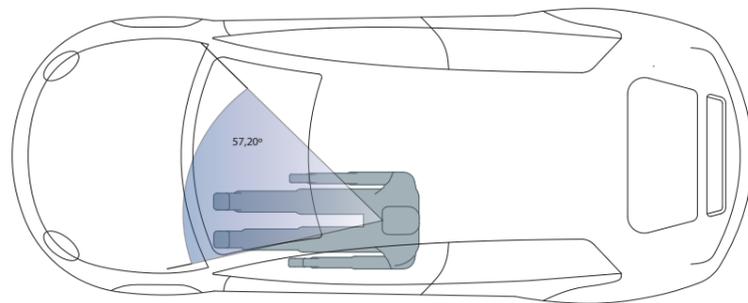
**Stone**

## Analisi stilistica: angoli di visibilità (superiore)

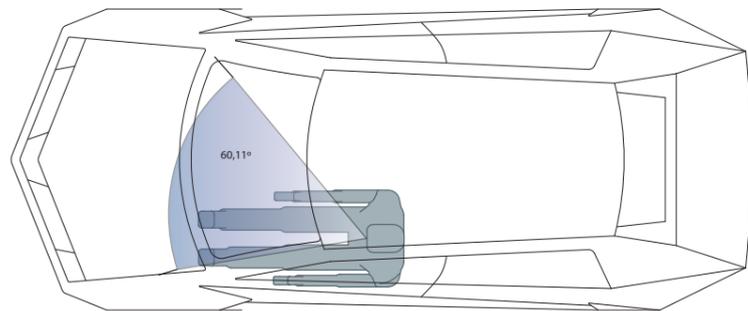
Natural



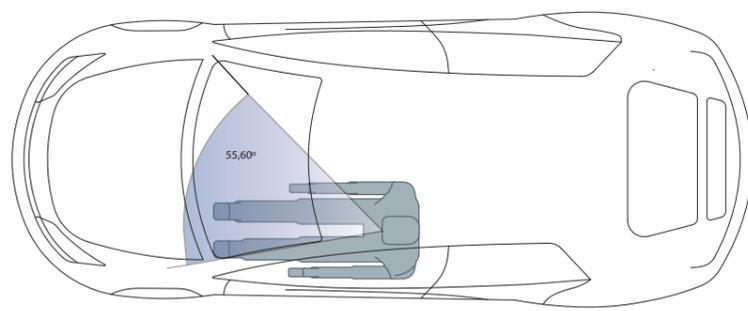
Retrò



Stone

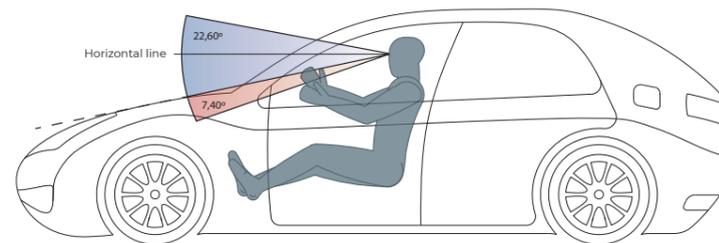


Advanced

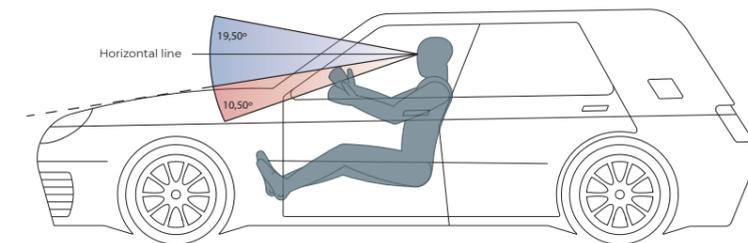


## Analisi stilistica: angoli di visibilità (frontale)

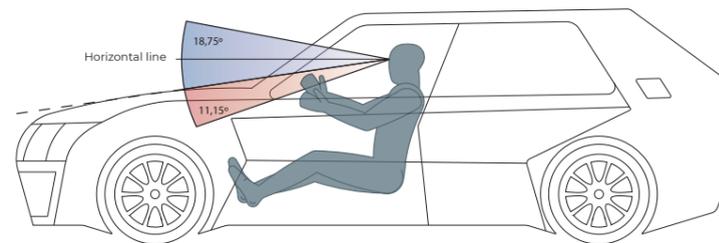
Natural



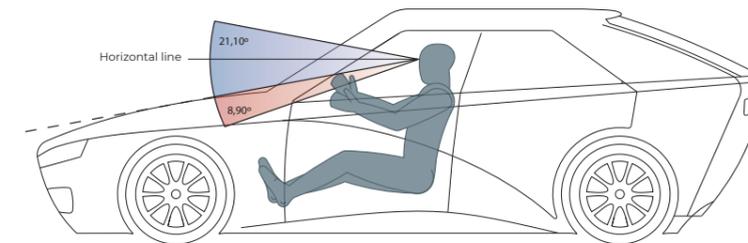
Retrò



Stone

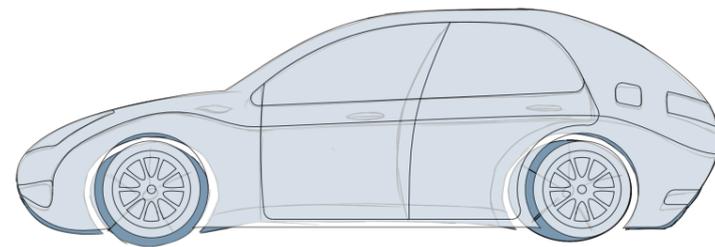


Advanced

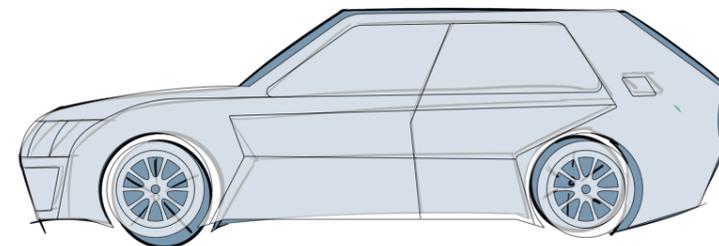
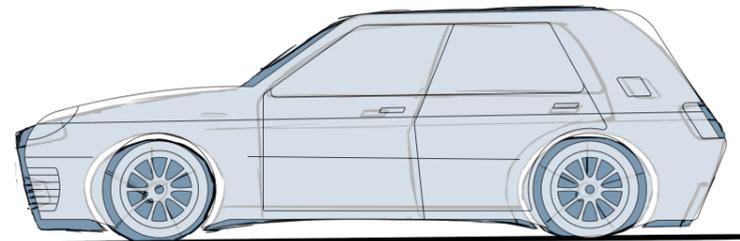


## Analisi qualitative sketch 2D

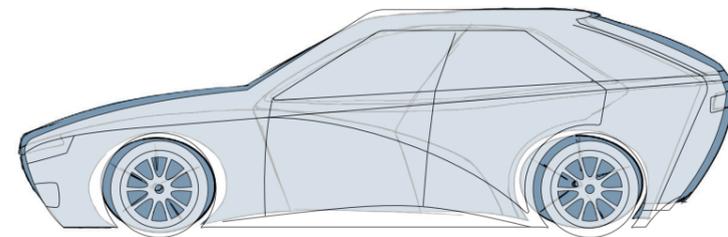
Natural



Retrò



Stone



Advanced

## Analisi stilistica: confronto tecnico

Confronto 1

- Migliore
- Peggiore

	Advanced	Natural	Stone	Retro
<b>Δ Lunghezza</b>	- 81 ●	0 ●	0 ●	- 68 ●
<b>Δ Altezza</b>	61 ●	40 ●	- 65 ●	0 ●
<b>Δ Passo</b>	71 ●	100 ●	88 ●	- 31 ●
<b>Cx</b>	1,58 ●	1,58 ●	1,52 ●	1,52 ●
<b>FOV (Laterale)</b>	21,10° ●	22,60° ●	18,75° ●	19,50° ●
<b>FOV (Superiore)</b>	55,60° ●	61,29° ●	60,11° ●	57,20° ●
<b>CFD</b>	0,059 ●	0,065 ●	0,065 ●	0,061 ●
<b>Abitabilità</b>	3.276.449 ●	3.766.657 ●	3.790.512 ●	3.622.074 ●
Top	1	5	3	2
Flop	4	1	3	1
<b>Delta</b>	-3	<b>4</b>	0	1

Confronto 1

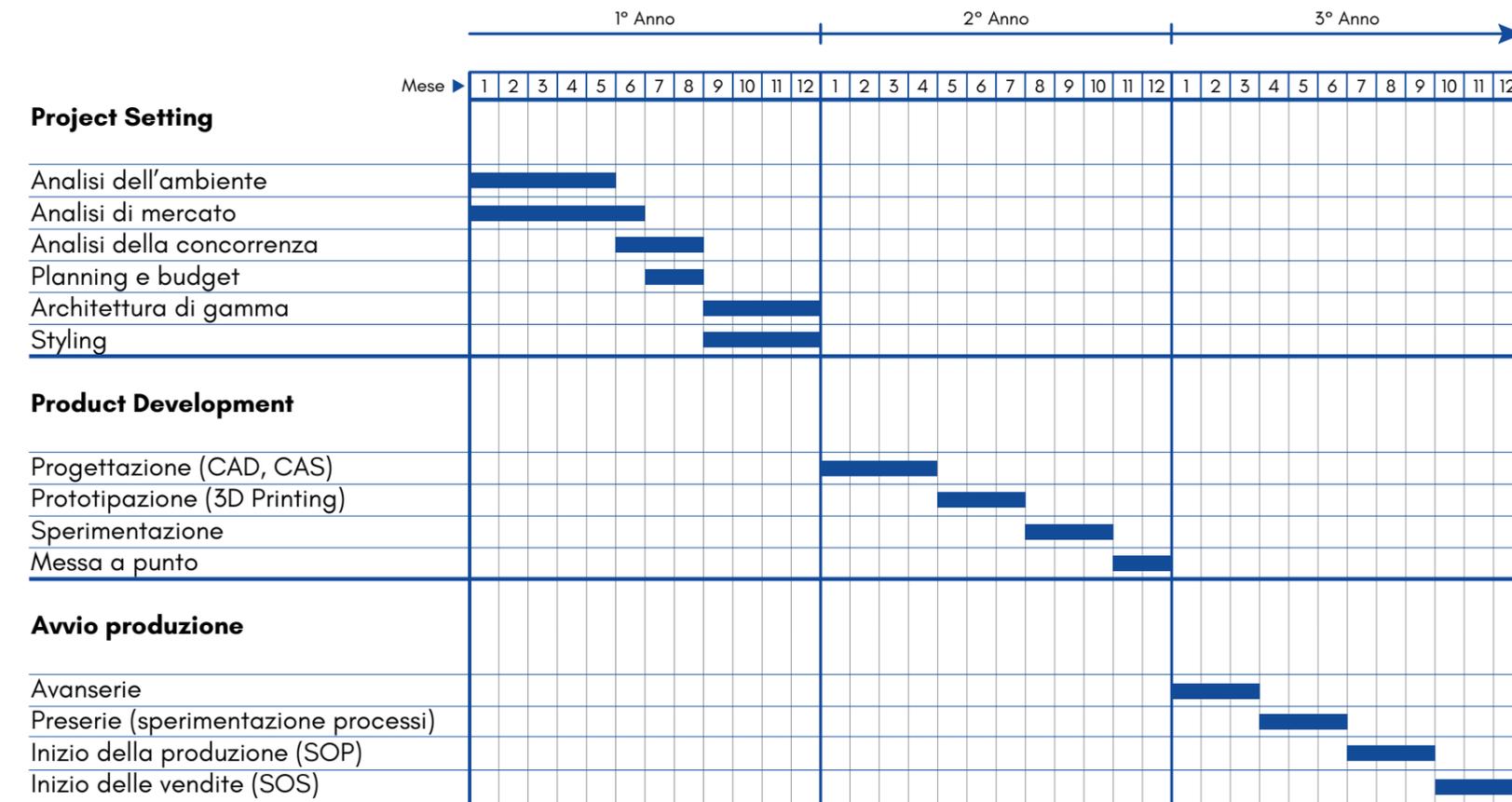
- 4 - migliore
- 3 - molto buono
- 2 - poco buono
- 1 - peggiore

	Advanced	Natural	Stone	Retro
<b>Δ Lunghezza</b>	2	4	4	3
<b>Δ Altezza</b>	2	3	1	4
<b>Δ Passo</b>	3	1	2	4
<b>Cx</b>	4	4	3	3
<b>FOV (Laterale)</b>	3	4	1	2
<b>FOV (Superiore)</b>	1	4	3	2
<b>CFD</b>	2	4	4	3
<b>Abitabilità</b>	1	3	4	2
<b>Somma</b>	18	<b>27</b>	22	23

## Naming



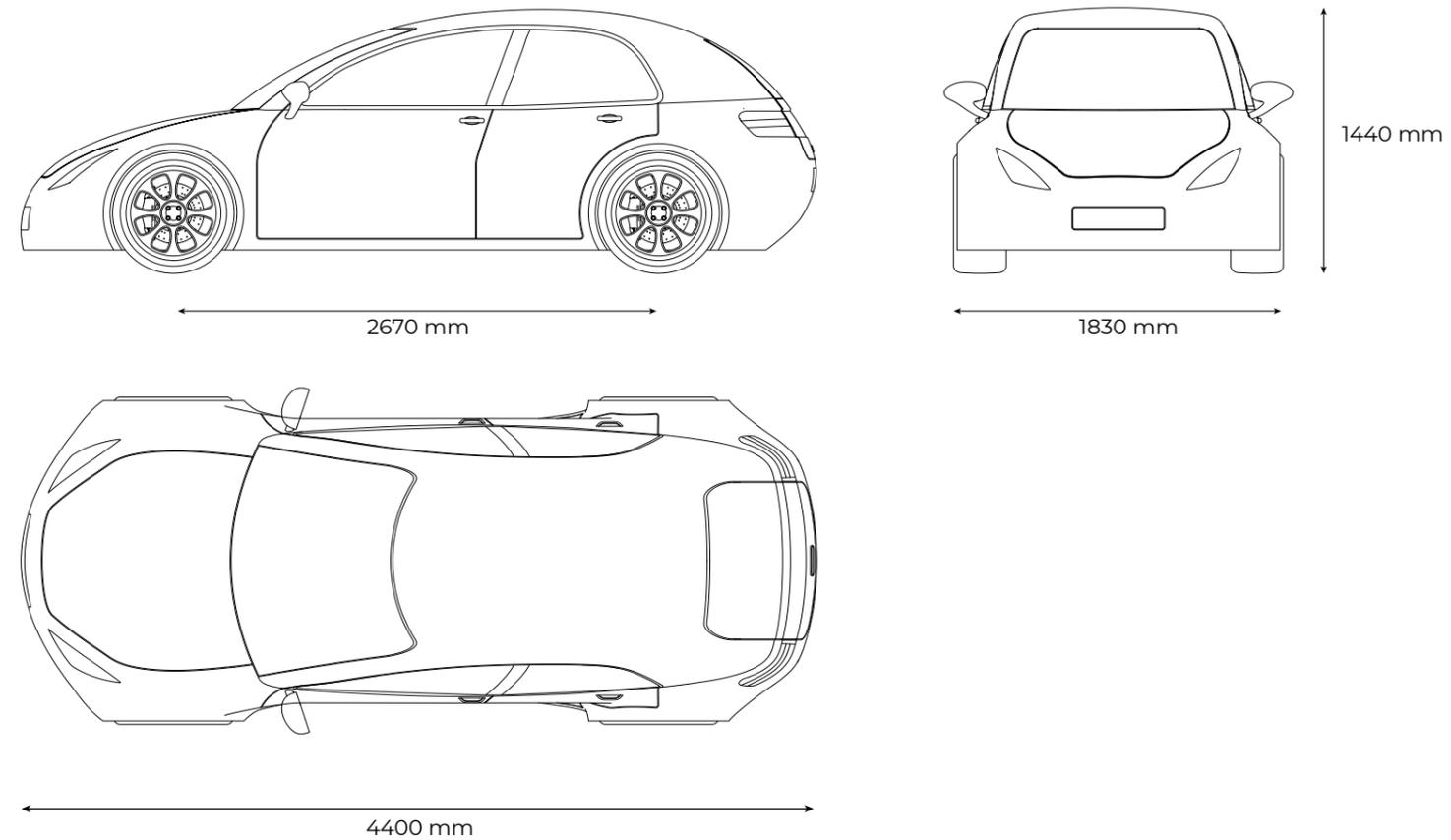
## Planning



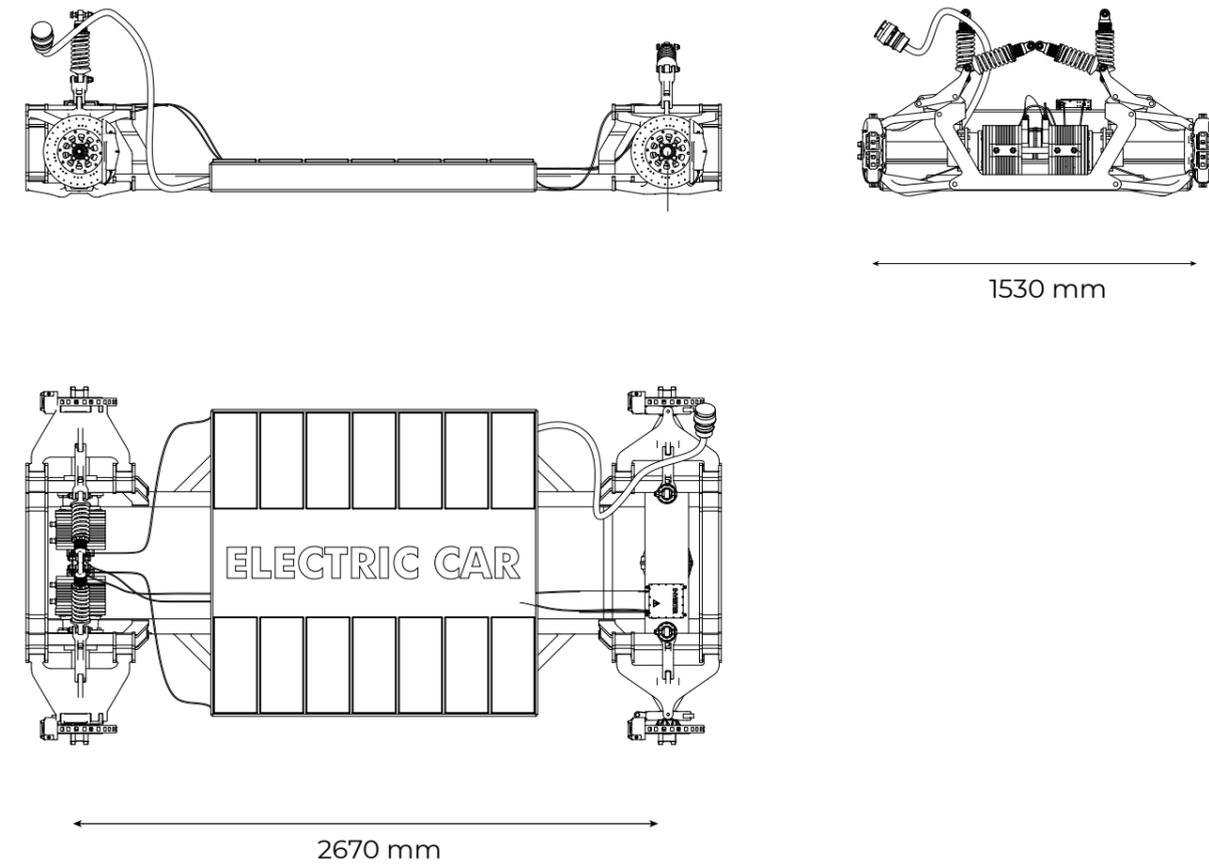
Capitolo 7

# Sviluppo del progetto

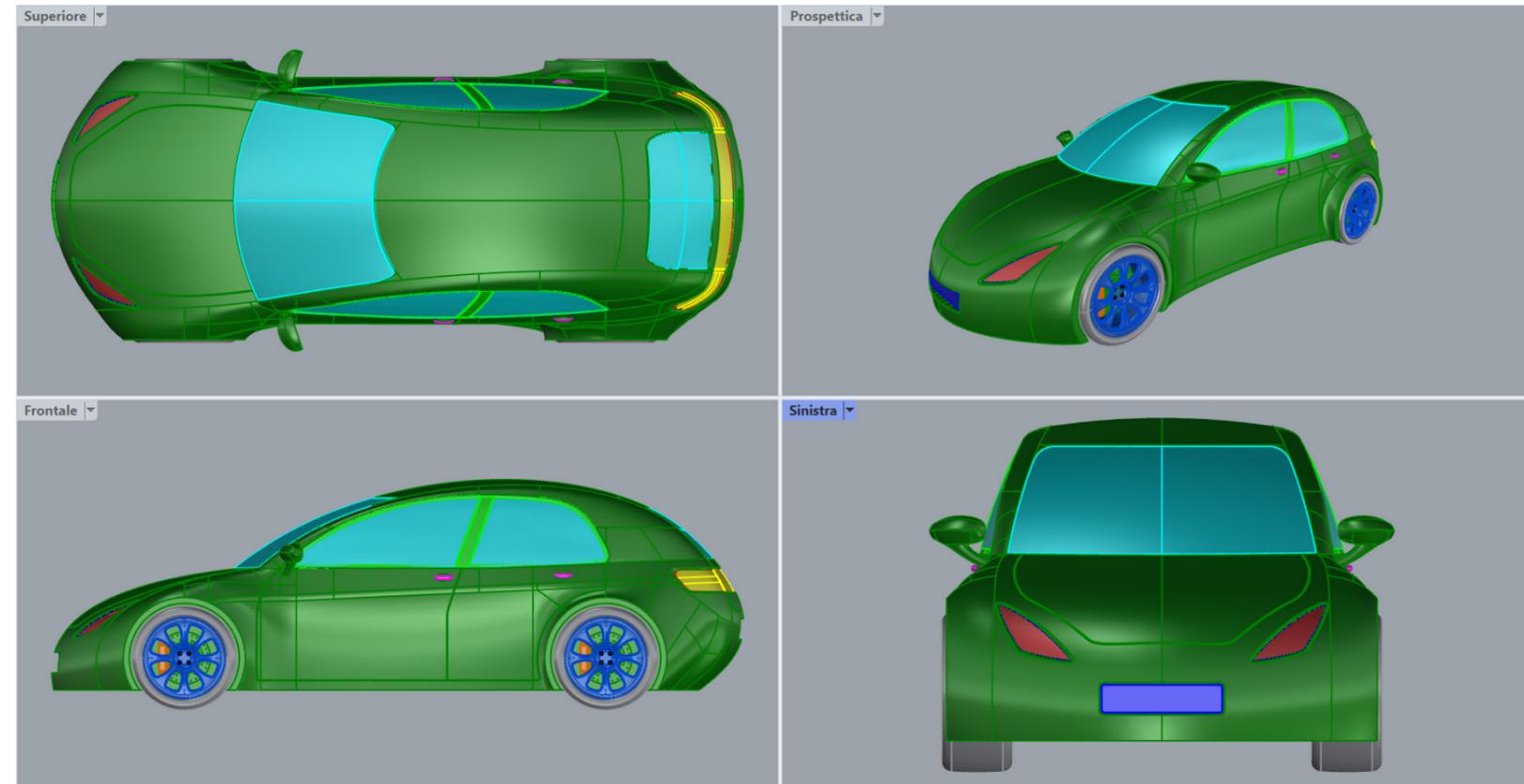
## Tavola tecnica: carrozzeria



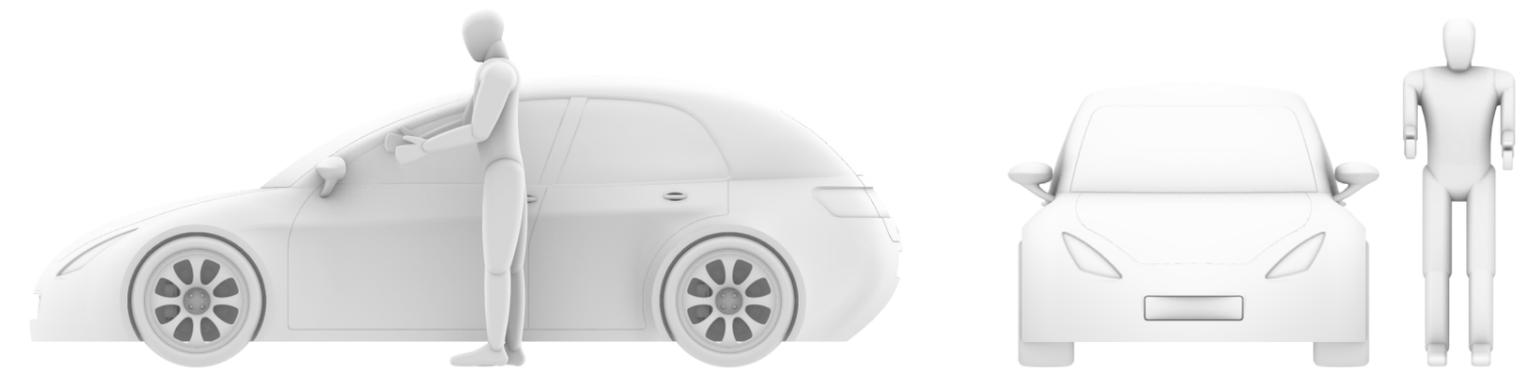
## Tavola tecnica: telaio



## Concept: modellazione 3D

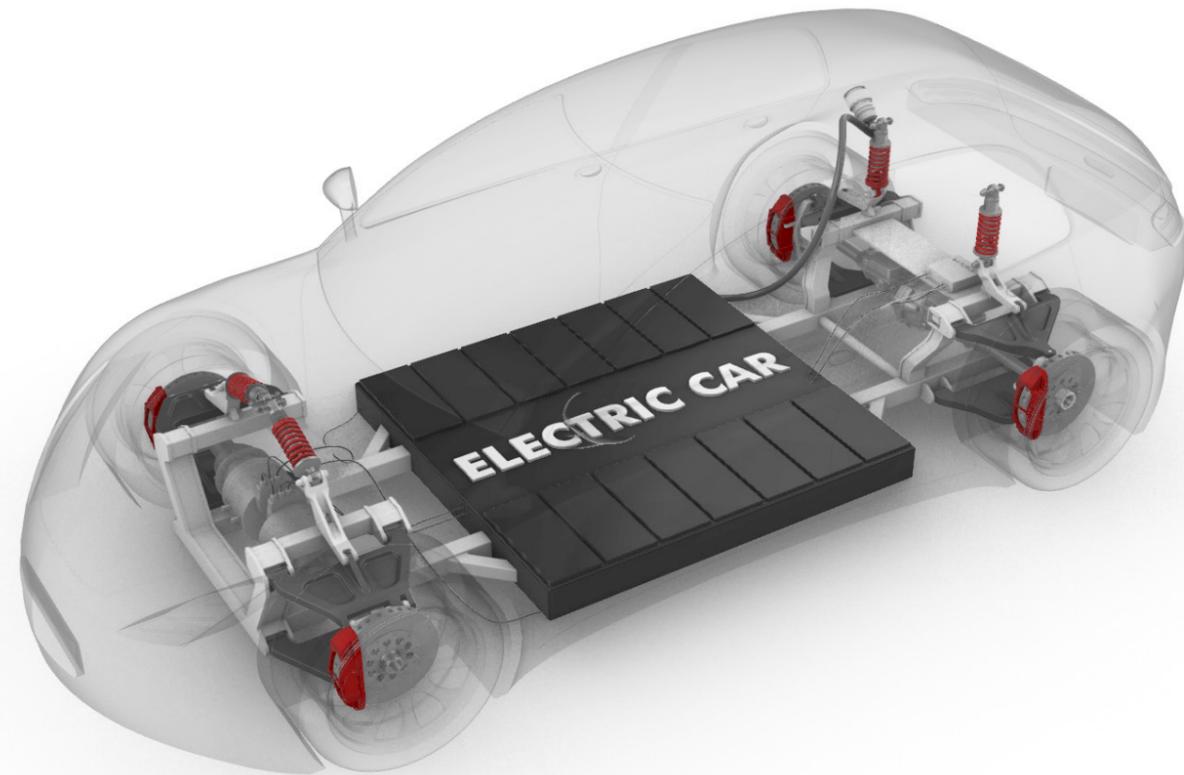


## Tavola antropometrica

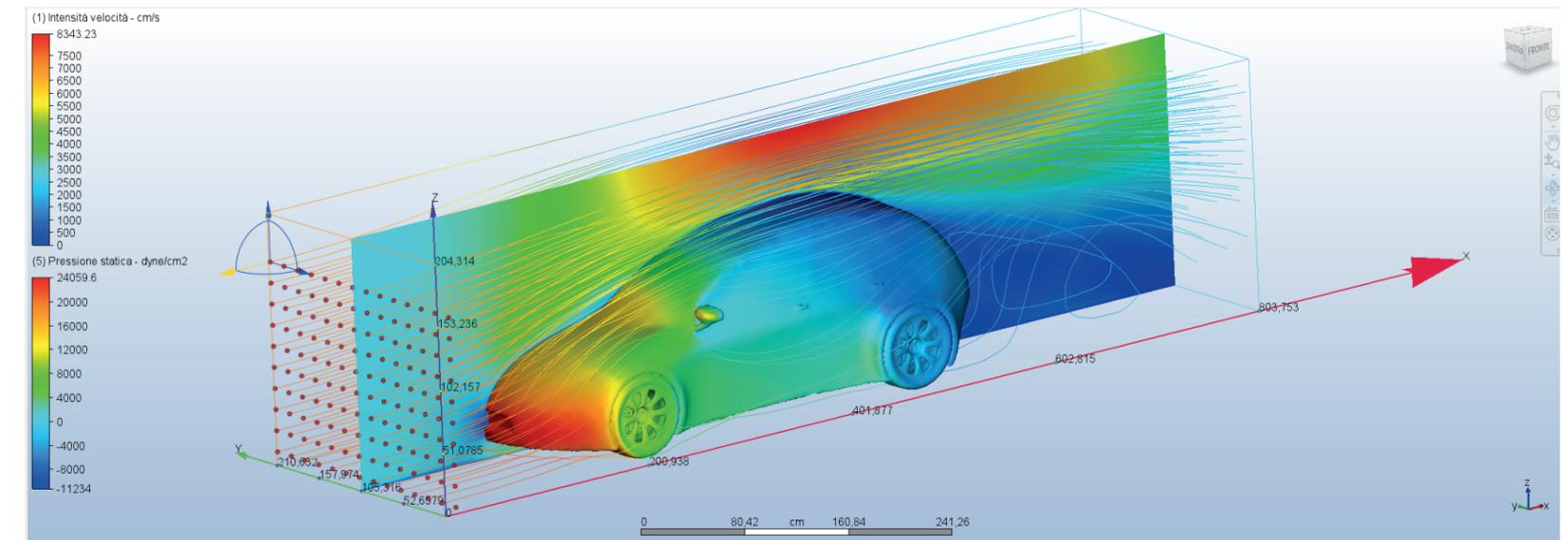


Altezza uomo: 1700 mm  
Altezza vettura: 1440 mm

## Sovrapposizione telaio - carrozzeria



## Analisi CFD carrozzeria

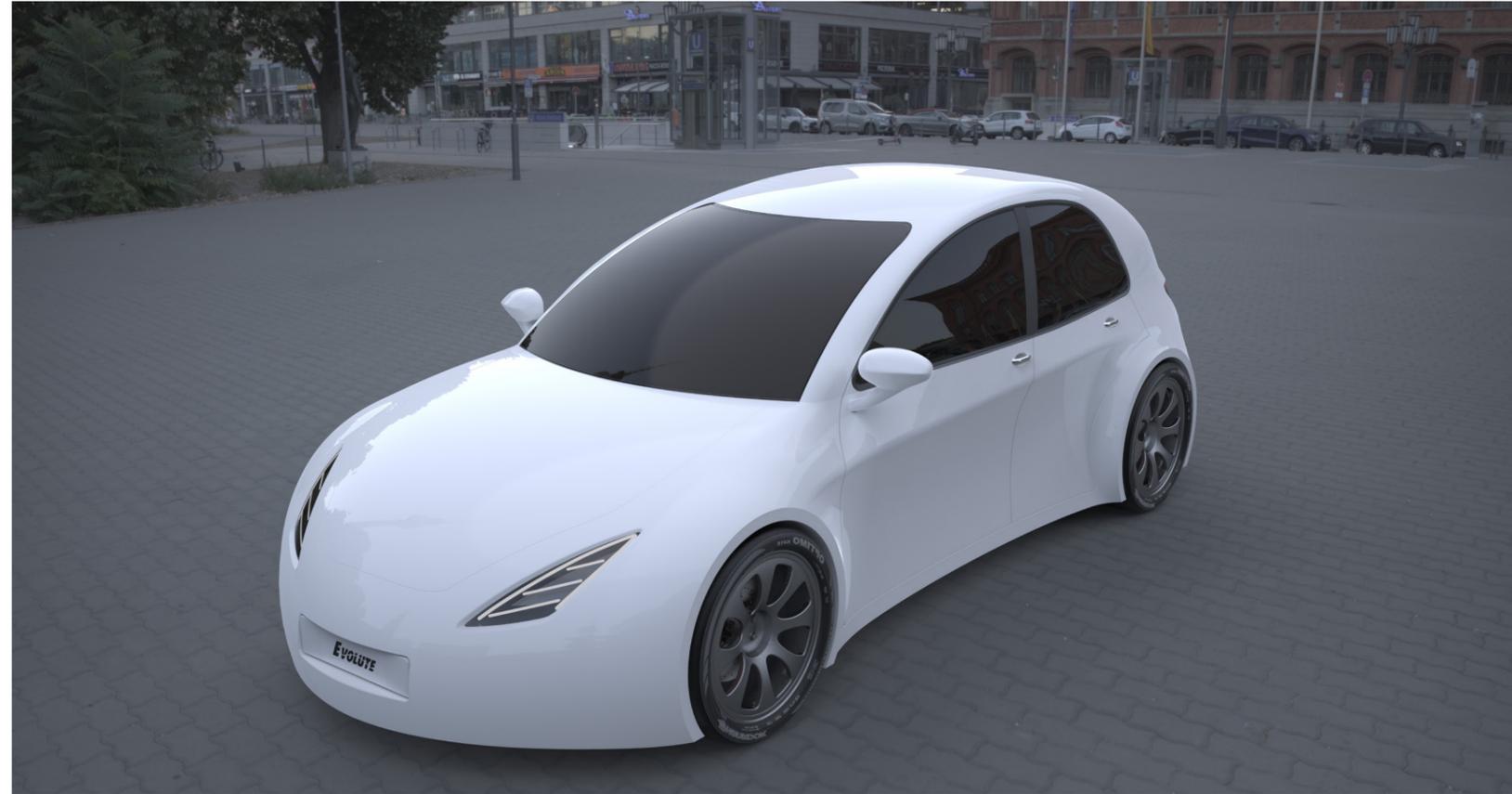


Volume = 6.596.338,85 cm<sup>3</sup>  
Area laterale = 44.712 cm<sup>2</sup>  
Area frontale = 1.7 cm<sup>2</sup>  
Forza = 920 N  
Velocità = 100 Km/h  
Densità aria = 1,225 Kg/m<sup>3</sup>

$$C_D = 0,29$$

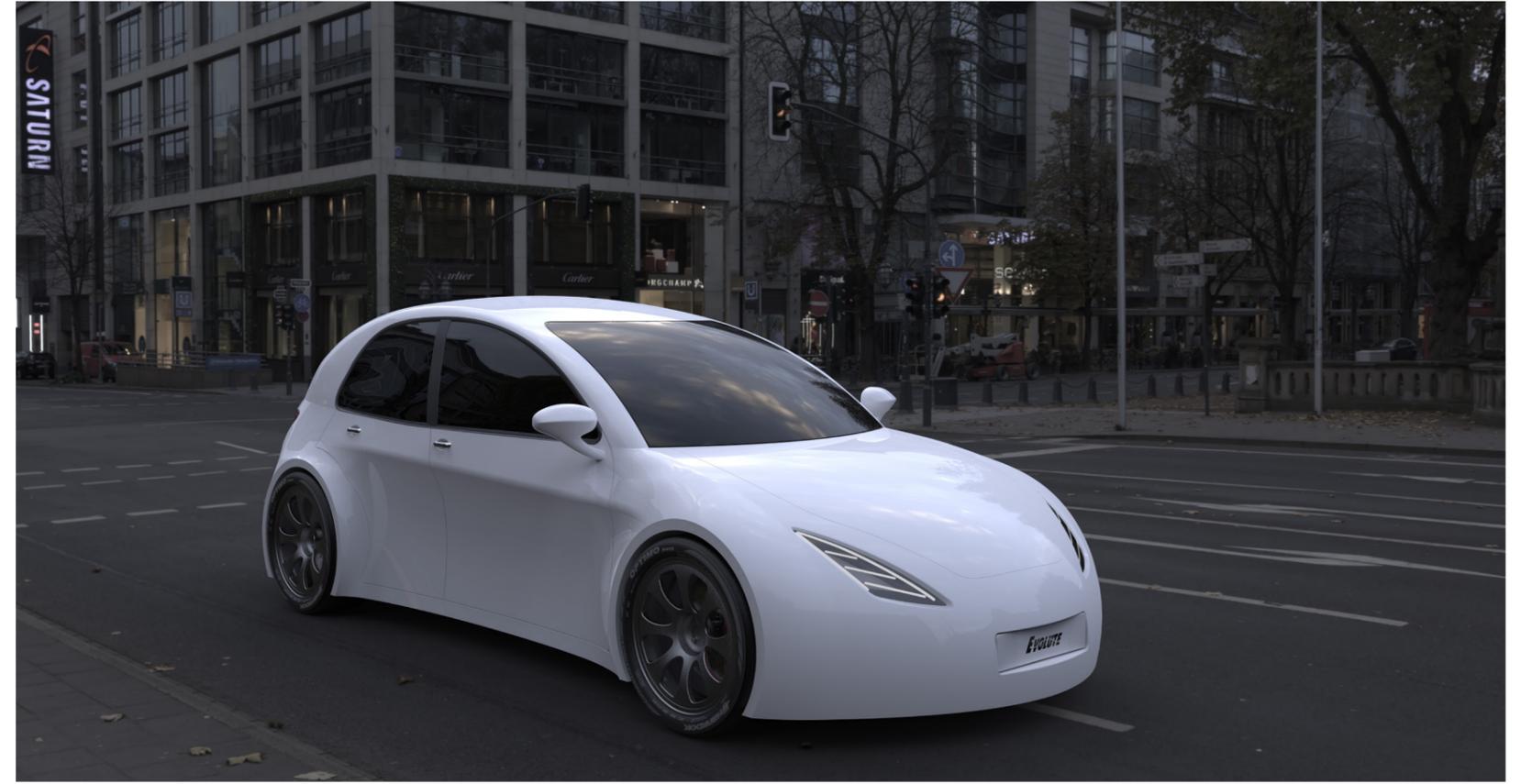
## Rendering

---



## Rendering

---



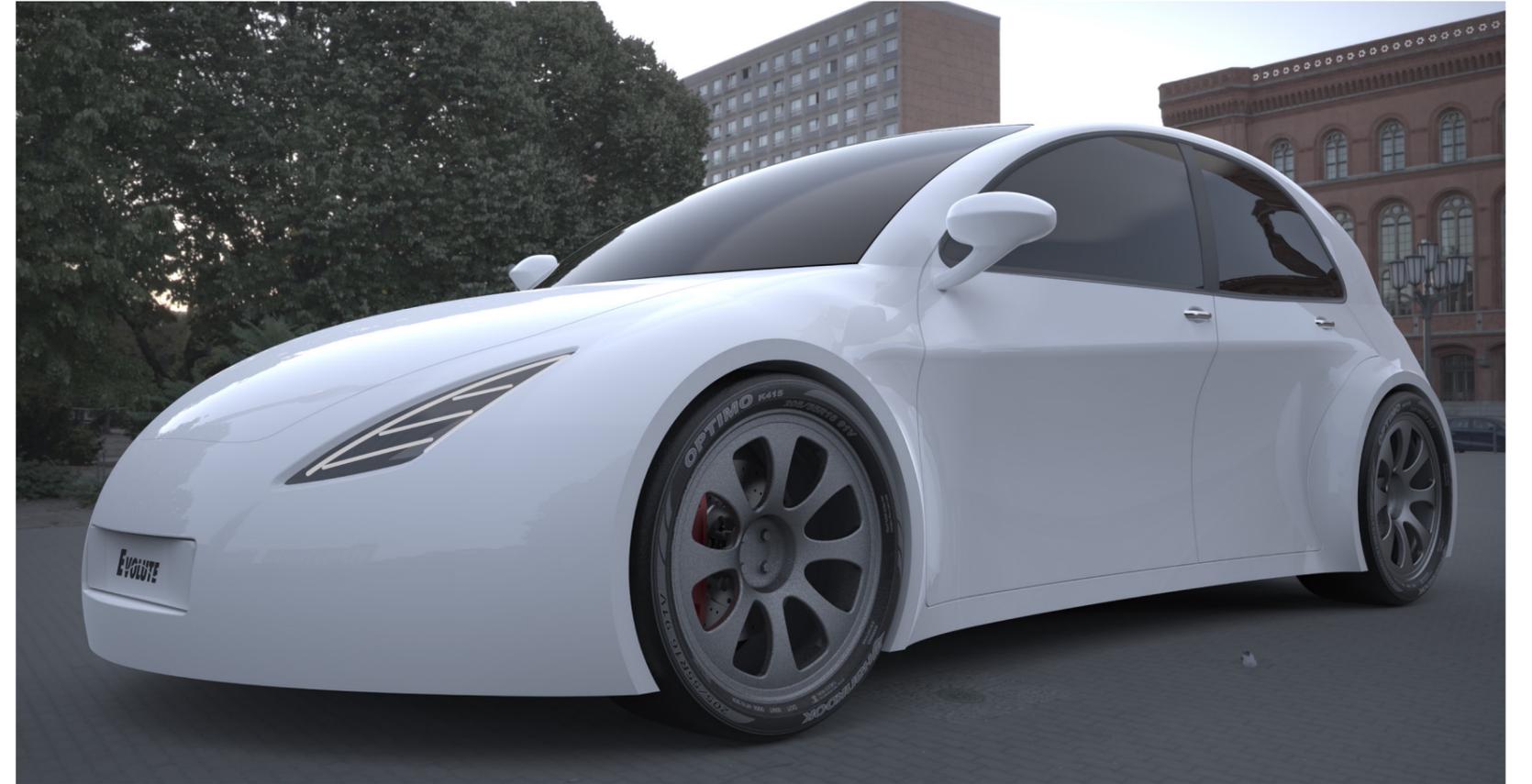
## Rendering

---



## Rendering

---



Capitolo 8

# Conclusioni

## La mobilità urbana entro 15-20 anni

Veicoli a guida autonoma, treni elettrici, sharing economy, monopattini e bici elettriche stanno cambiando il modo di vivere la città. Non sono ben pochi i cambiamenti in corso, a favore della sostenibilità ma in lieve **contrasto con le abitudini della società**. Si stima un valore di risparmio di 600 milioni, con riduzione di incidenti ed aumento della sicurezza stradale. Gli effetti saranno differenti da città a città, in base a differenti popolazioni, differenti densità, differenti abitudini, investimenti pubblici, stato delle strade, fondi economici ecc. Non saranno pochi i profitti delle nuove case automobilistiche, nonostante dovranno affrontare una nuova era in totale cambiamento verso le tecnologie emergenti. Sarà pertanto opportuno prevedere come si adatteranno queste nuove tecnologie in città e come si evolveranno nel tempo, prevedendo possibili scenari.

E' però possibile fare un'analisi dei trend per definire i fattori che influenzeranno lo sviluppo della mobilità:

- **mobilità condivisa:** in forte crescita negli ultimi anni, concorre con il trasporto pubblico e la proprietà privata del veicolo;

- **guida autonoma:** promette risoluzione di problemi in termini di sicurezza, riducendo costi di trasporto ed espandendo l'accesso alla mobilità. L'occasione vuole che l'esperienza di guida venga convertita in tempo libero. Questi sistemi possono sopportare inoltre un chilometraggio più alto;

- **elettrificazione del veicolo:** si presuppone che le batterie tenderanno a scendere di prezzo, attualmente sono già stati ridotti i prezzi del 30%;

- **connettività e IoT:** grazie all'internet sarà possibile fare diverse esperienze d'uso. Sarà possibile prenotare viaggi direttamente da dispositivi mobili, calcolando il miglior percorso in base a condizioni climatiche e traffico;

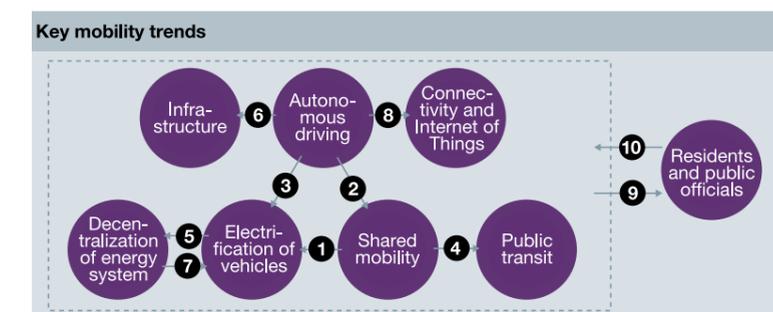
- **trasporto pubblico:** in aggiunta a trasporto pubblico, i veicoli condivisi a guida autonoma sarà

possibile ridurre il numero di mezzi nella città, aiutando a decongestionare il traffico;

- **infrastrutture:** le Nazioni Unite prevedono un aumento della popolazione entro il 2050, quindi sta cercando soluzioni per favorire questa tipologia di trasporto ed evitare affollamenti ed ingorghi;

- **decentralizzazione dei sistemi energetici:** se il prezzo delle energie rinnovabili continua a scendere, vi è la possibilità di implementazione di sistemi energetici all'interno delle città che potrebbero contribuire alla circolazione dei veicoli a guida autonoma;

- **regolamentazione:** sarà necessaria una nuova regolamentazione per la circolazione dei veicoli a guida autonoma. Il Governo vuole creare una regolamentazione che promuova obiettivi sociali poiché ci sono delle idee contrastanti fra la popolazione come ad esempio la limitazione delle corsie a disposizione a fronte dei nuovi veicoli.



## Considerazioni generali

---

Per terminare la tesi, è importante fare delle riflessioni riguardo il mondo automobilistico in termini di innovazione e transizione.

La trasformazione del campo automotive verso la guida autonoma basata sul modello sharing, rappresenta una realtà imminente, che ridefinisce i canoni dell'utilizzo del prodotto da parte del consumatore e le abitudini del cittadino. Parallelamente allo sviluppo della guida autonoma, ci stiamo muovendo verso un futuro che ruota attorno alla condivisione di dati grazie ad un elevato sviluppo della tecnologia.

Inoltre, il soddisfacimento dei bisogni dell'utente, va di pari passo con le esigenze di un ambiente sostenibile. Oggi, vediamo un incremento

della popolazione e dell'inquinamento atmosferico, che richiedono di conseguenza una rimodularità nel mondo dei trasporti.

Stiamo entrando nell'ottica di visualizzare l'automobile non più come un bene privato, ma bensì come un bene di condivisione più sicuro.

In conclusione, siamo noi cittadini i responsabili principali che guideranno questa transizione verso un futuro più sostenibile, impegnandoci ad abbracciare l'era del cambiamento.

## Sitografia e bibliografia

EconomyUp. (2022, August 25). Auto a guida autonoma: che cosa sono, come funzionano, le applicazioni in Italia. <https://www.economyup.it/automotive/auto-a-guida-autonoma-che-cosa-sono-come-funzionano-le-applicazioni-in-italia/>

Automobile.it. (2021, June 8). Guida autonoma: l'evoluzione delle self driving cars. <https://www.automobile.it/magazine/mobilita-sostenibile/self-driving-cars-1677>

Teoresi Group. (2021, June 21). Smart Mobility - Teoresi Group. <https://www.teoresigroup.com/it/insight/smart-mobility/>

Clover, J. (2023, December 2). Apple Car. MacRumors. <https://www.macrumors.com/roundup/apple-car/>

McKinsey. Bouton, S., Hannon, E., Knupfer, S., & Ramkumar, S. (2017, June 20). The future(s) of mobility: How cities can benefit. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-futures-of-mobility-how-cities-can-benefit>

Intertraffic. (2022, July 26) Urban mobility developments: past and future. Intertraffic. <https://www.intertraffic.com/news/urban-mobility-developments-past-and-future>

IoTedu. (2020, November 7). Self driving cars and IoT. <https://iot4beginners.com/self-driving-cars-and-iot/>

Lambrecht, A. (2023, September 4). La Microlino supera il traguardo dei 1000 esemplari prodotti. InsideEVs Italia. <https://insideevs.it/news/673110/microlino-1000-esemplari-prodotti-prezzo/>

Graphical Research. (n.d.). Asia Pacific car sharing market. <https://www.graphicalresearch.com/industry-insights/1001/asia-pacific-car-sharing-market>

Overview. (2023, November 8). McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/overview>

Devesa, T., Laverty, N., Liang, G., & Peng, B. (2021, October 29). Asia's consumers on the move: The future of mobility. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-asia/asias-consumers-on-the-move-the-future-of-mobility>

Farmer, R., Gupta, R., Lath, V., & Manuel, N. (2022, June 30). Capturing growth in Asia's emerging EV ecosystem. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-asia/capturing-growth-in-asias-emerging-ev-ecosystem>

Ritchie, H. (2023, November 10). Transport. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/transport>

Shared mobility principles for livable cities. (n.d.). Shared Mobility Principles for Livable Cities. <https://www.sharedmobilityprinciples.org/>

Gunnoo, N. (2023, November 2). Car Sharing Market : Analysis, Trends and Automation in 2023. Parseur. <https://parseur.com/blog/car-sharing-market>

Melbourne and Sydney among top 10 car sharing cities of the world - carsales.com.au. (n.d.). carsales.com.au. <https://www.carsales.com.au/editorial/details/melbourne-and-sydney-among-top-10-car-sharing-cities-of-the-world-137896/>

Song, C. (2023, November 30). Guangzhou Transportation: flights, trains, buses, taxis. . . China Highlights - Since 1998! <https://www.chinahighlights.com/guangzhou/transportation.htm>

C.Ronggang. (n.d.). Sustainable and shared mobility: The Chinese Way. [https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2019/05/Leo\\_Shared-mobility-services-20190423.pdf](https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2019/05/Leo_Shared-mobility-services-20190423.pdf)

Didiglobal. (n.d.). <https://sts.didiglobal.com/>

GSMA. (N.D.) Guangzhou 5G Smart Transportation City. [https://www.gsma.com/5GHub/pdfs/5G-Case-Study-Metro\\_2022-10-20-051312\\_tnse.pdf](https://www.gsma.com/5GHub/pdfs/5G-Case-Study-Metro_2022-10-20-051312_tnse.pdf)

WeRide 自动驾驶 - PRODUCTS. (n.d.). <https://www.weride.ai/products>

Self-Driving cars ferry supplies to Locked-Down Guangzhou residents. (2021, June 7). Caixin Global. <https://www.caixinglobal.com/2021-06-07/self-driving-cars-ferry-supplies-to-locked-down-guangzhou-residents-101724182.html>

WeRide.Ai. (2022b, January 8). WeRide launches fully driverless Robobus service to the public. Medium. [https://werideai.medium.com/weride-launches-fully-driverless-robobus-service-to-the-public-](https://werideai.medium.com/weride-launches-fully-driverless-robobus-service-to-the-public-6d6bab0c0a0e)

6d6bab0c0a0e

Didiglobal. (n.d.). <https://www.didiglobal.com/>

Clc. (n.d.). <https://www.clc.gov.sg/docs/default-source/books/mobile-friendly-10-cities.pdf>

BCG. (n.d.). <https://web-assets.bcg.com/3f/45/8249d95e458f9d2435bd6cd4252d/bcg-solving-the-mobility-challenge-in-megacities-oct-2020.pdf>

Muscad, O. (2023, March 31). Autonomous vs Automated vs Self-Driving: A Comparison Guide. DATAMYTE. <https://datamyte.com/blog/autonomous-vehicle/#:~:text=Autonomous%20and%20self%2Ddriving%20are,human%20input%20to%20operate%20safely>

Wikipedia contributors. (2023, November 29). Lidar. <https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>

SkyDrone. (2017b, October 19). Cos'è una camera multispettrale - www.skydrone360.it. [www.skydrone360.it. https://www.skydrone360.it/cose-camera-multispettrale/](https://www.skydrone360.it/cose-camera-multispettrale/)

Pantas and Ting Sutardja Center. (n.d.) HyperSpectral Technology for Autonomous Vehicles. <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/UCB-ELPP-Report-Hyperspectral-Technology-for-Autonomous-Vehicles-FINAL.pdf>

Tesla. (n.d.). Autopilot and Full self-driving capacity. [https://www.tesla.com/en\\_eu/support/autopilot](https://www.tesla.com/en_eu/support/autopilot)

Mercier, A.; Crozet, Y.; Ovtracht, N.; Buettner, B.; Wulford, G. (2012, July 15). Stress tests on urban mobility: lessons for public policies. [https://www.mos.ed.tum.de/fileadmin/w00ccp/sv/PDF/Team/Buettner\\_Veroeffentlichungen/wctr2013\\_StressTests.pdf](https://www.mos.ed.tum.de/fileadmin/w00ccp/sv/PDF/Team/Buettner_Veroeffentlichungen/wctr2013_StressTests.pdf)

OECD. (n.d.). Resident population on 1st January : Lombardia. © OECD. <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18548&lang=en>

Popolazione residente. (n.d.). Popolazione Residente. [https://www.cittametropolitana.mi.it/statistica/osservatorio\\_metropolitano/statistiche\\_demografiche/popolazione\\_residente.html#:~:text=Italia%2C%20Lombardia%20e%20Citt%C3%A0%20metropolitana%20di%20Milano&text=La%20popolazione%20residente%20nella%20citt%C3%A0,%20%C3%A8%20di%203.241.813](https://www.cittametropolitana.mi.it/statistica/osservatorio_metropolitano/statistiche_demografiche/popolazione_residente.html#:~:text=Italia%2C%20Lombardia%20e%20Citt%C3%A0%20metropolitana%20di%20Milano&text=La%20popolazione%20residente%20nella%20citt%C3%A0,%20%C3%A8%20di%203.241.813)

Provincia di Milano. (n.d.). Comuni-Italiani.it. <http://www.comuni-italiani.it/015/index.html>

Quali veicoli circolano in Lombardia? (n.d.). <https://www.dati.lombardia.it/stories/s/ycz2-6wgd>  
Monitoraggio indicatori di mobilità - Agenzia Mobilità Ambiente Territorio. (n.d.). <https://www.amat-mi.it/it/progetti/monitoraggio-indicatori-mobilita/>

Lombardia, L. (2022, February 15). Mobilità sostenibile a Milano: presentati gli obiettivi al 2030 di Legambiente/CleanCities Campaign. Legambiente Lombardia. <https://www.legambientelombardia.it/mobilita-sostenibile-a-milano/>

Van Der Zanden, P. (n.d.). vertical viewing angle | Next Generation Classroom. <https://pietvanderzanden.weblog.tudelft.nl/tag/vertical-viewing-angle/>

Anonymous. (2023, August 31). Visual field and visual obstruction. D'Source. <https://www.dsource.in/course/basic-ergonomics-automotive-design/module-2/visual-field-and-visual-obstruction>

contributori di Wikipedia. (2023, October 16). Batteria per veicoli elettrici. Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/wiki/Batteria\\_per\\_veicoli\\_elettrici](https://it.wikipedia.org/wiki/Batteria_per_veicoli_elettrici)

Nansubuga, B., & Kowalkowski, C. (2021). Carsharing: a systematic literature review and research agenda. *Journal of Service Management*, 32(6), 55–91. <https://doi.org/10.1108/josm-10-2020-0344>

# Ringraziamenti

Per iniziare vorrei ringraziare il mio relatore Leonardo Frizziero, per avermi dato per la seconda volta la possibilità di sviluppare una tesi che potesse introdurmi un nuovo argomento.

Vorrei ringraziare i miei genitori e mio fratello Sante per avermi sempre sostenuto e per avermi indirizzato in ogni mia scelta di vita. Sono felice di avermi resi orgogliosi per i traguardi raggiunti.

Parte dei ringraziamenti va ai miei nonni e ai miei parenti per essere sempre stati presenti e per avermi incoraggiato di fronte ad ogni difficoltà.

Ringrazio inoltre i miei amici di giù, con cui ho condiviso davvero tutto e che sono sempre stati partecipi della mia vita, nonostante le enormi distanze che ci separano. Vi ringrazio di cuore perchè ho sempre potuto contare su di voi in qualsiasi circostanza.

Per concludere, vorrei ringraziare tutti i miei amici universitari. Vorrei dirvi che è con voi che ho condiviso le mie esperienze più belle, che siete stati voi il mio percorso, la mia università e la mia Bologna. Spero di rivedervi presto e vi faccio un grande in bocca al lupo a tutti per il futuro.

Grazie.

