



Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Machine Learning & Object Driven Marketing

Le auto e la guida autonoma: come l'Artificial Intelligence
rivoluziona la società in cui viviamo

RELATORE

Prof. Luigi Laura

CANDIDATO

Filippo Diana

Matr. 687101

CORRELATORE

Prof. Giuseppe Francesco Italiano

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1: Settore Automotive e Intelligenza Artificiale tra passato, presente e prospettive future	2
Automotive: storia di un settore in continua evoluzione.....	2
L’Intelligenza Artificiale e le sue applicazioni in campo automobilistico	9
Come si evolve la Customer Experience con l’Intelligenza Artificiale	11
Guida autonoma, una nuova opportunità	17
Non solo trasporto pubblico e privato, dove verrà applicata la guida autonoma.....	28
Capitolo 2: Chi si distingue nello sviluppo della guida autonoma	35
Waymo.....	35
Tesla.....	38
Volkswagen Group	40
Nissan Motor Co.	44
Il caso italiano	47
Capitolo 3: Tecnologia	50
Lidar	50
I problemi del Lidar	53
Non sono il Lidar	55
Capitolo 4: Le problematiche che rallentano l’introduzione della guida autonoma	58
Questione morale: chi investire, chi salvare. Il problema del carrello	58
Settore Assicurativo: chi è responsabile?	60
Neo-Luddismo.....	61
Gli incidenti.....	63
Capitolo 5: Cosa pensano le persone della guida autonoma?	67
Indagini di settore.....	67
Analisi della Purchase Intention dei veicoli autonomi di un campione scelto.....	70
Fondamenti teorici.....	70
Sviluppo delle ipotesi.....	76
Misurazioni e Data collection	80
Analisi e risultati.....	83
Limiti dello studio.....	91
Conclusioni	92
Appendice	95
Bibliografia e sitografia	102
Riassunto elaborato	106

Introduzione

La guida autonoma è quella innovazione, frutto dell'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nel settore *automotive*, che rappresenta il futuro dei trasporti e le cui applicazioni avranno un impatto non solo sulla sfera automobilista ma anche su molteplici aspetti della società in cui viviamo. L'idea comune è che le auto a guida autonoma siano una invenzione recente, fregio del 21° secolo, tuttavia la realtà è diversa. Le auto *self-driving* affondano le proprie radici addirittura negli anni Venti del secolo scorso quando l'azienda americana di equipaggiamenti radio *Houdina Radio Control* realizzò *Linrrican Wonder*, un veicolo radiocontrollato in grado di effettuare un giro dimostrativo a New York, tra Brodway e la Fifth Avenue. Da quel giorno i passi in avanti sono stati molti e oggi la guida autonoma può essere considerata una realtà.

L'introduzione sul mercato di questi veicoli e lo sviluppo della tecnologia collegata, come detto in precedenza, avranno un impatto non solo sull'industria automobilistica. Nasceranno nuovi business connessi alla mobilità mentre quelli esistenti si dovranno adattare ai cambiamenti: il comparto assicurativo vedrà una progressiva diminuzione del numero di sinistri, quello energetico dovrà far fronte ad un calo della domanda di benzina a fronte di un aumento di quella di energia elettrica, mentre il settore *digital* vedrà sorgere nuovi attori capaci a gestire le nuove flotte di auto condivise, elettriche e a guida autonoma.

In futuro si creeranno situazioni tali da dover ripensare politiche e scelte strategiche sia da parte dei diversi *player* operanti nel settore sia da parte delle amministrazioni cittadine. Quest'ultime dovranno affidarsi a soluzioni autonome per contrastare l'aumento del traffico e degli incidenti stradali. Alcuni studi inoltre prevedono una crescita esponenziale del numero di persone che decideranno di trasferirsi nei grandi centri urbani. Un aumento della densità di popolazione determinerà un sovraccarico delle attuali infrastrutture di trasporto pubblico che, se non supportate da grandi investimenti, rischieranno di non riuscire a soddisfare le esigenze di tutti i cittadini.

L'analisi storica del settore *automotive* e dell'Intelligenza Artificiale applicata al mondo dell'auto permetteranno di approfondire quanto realizzato fino ad ora e quanto ancora c'è da fare. Sarà poi interessante capire il possibile impatto che la rivoluzione autonoma avrà sulla società e sullo stile di vita delle persone.

Verrà realizzato uno studio che individuerà i principali *player* che stanno investendo nel settore e che si preparano a distribuire sul mercato i propri veicoli. Si tratta di soggetti provenienti da campi diversi, come l'*automotive* e il *tech* ma che considerano, allo stesso modo, la guida autonoma come il futuro del settore. Successivamente il discorso si concentrerà sulla tecnologia e gli strumenti sviluppati fino ad ora, così da spiegare come le auto sono in grado di muoversi riconoscendo gli ostacoli e garantendo la sicurezza del passeggero e di chi sta intorno. I veicoli a guida autonoma odierni non sono ancora perfetti, si cercherà quindi di individuare e analizzare le problematiche, tecniche e non, che contribuiscono a rallentare l'ingresso sul mercato dei *self-driving vehicles*.

A conclusione della tesi si proverà a capire quali sono i sentimenti che le persone provano verso le auto a guida autonoma. Per fare questo verranno analizzati e presentati i risultati delle principali indagini di settore e di un questionario realizzato con lo scopo di individuare la *Purchase Intention* del un campione intervistato.

Capitolo 1: Settore Automotive e Intelligenza Artificiale tra passato, presente e prospettive future

Il primo capitolo si propone di approfondire il tema della guida autonoma passando per l'analisi storica del settore automotive e dell'intelligenza artificiale la cui applicazione nel campo automobilistico cambierà radicalmente la *Customer Experience* così come la conosciamo e ci porterà verso la mobilità del futuro. Lo studio partirà dall'analisi delle origini del settore e della tecnologia, per poi soffermarsi su presente e sulle aspettative che gli analisti e gli esperti del settore hanno verso gli sviluppi del mercato e le possibili applicazioni dell'*Artificial Intelligence*.

Automotive: storia di un settore in continua evoluzione

Il settore automotive può essere identificato in tutte quelle aziende ed organizzazioni coinvolte nella progettazione, sviluppo, produzione, commercializzazione e vendita di veicoli a motore. Si tratta di uno dei settori economici più importanti e redditizi al mondo. Per capire l'importanza che ricopre bisogna però analizzarne il passato.

L'industria automobilistica sin dalle origini è stata luogo di sperimentazione di nuove forme organizzative del lavoro e di importanti innovazioni tecnologiche ed informatiche, caratterizzandosi per la grande capacità sia di adattarsi ai diversi contesti storici che di influenzare gli avvenimenti. Fino agli inizi del '900¹, l'auto era frutto del lavoro di una manodopera artigianale e di conseguenza ne venivano prodotte molto poche, quasi come se fossero dei pezzi unici, a prezzi non accessibili alla gran parte della popolazione.

Le prime vere e proprie industrie automobilistiche sorsero negli Stati Uniti con *Ford* e *General Motors (GM)*. Il fondatore della prima, *Henry Ford*, ideò la catena di montaggio, una nuova forma di organizzazione del lavoro basata sulla produzione meccanizzata in serie, e la adattò alla *Ford T* (vedi fig.1-1), la prima auto accessibile anche agli stessi operai dato il costo contenuto. Un'auto unica che rimarrà in produzione ben 19 anni toccando l'incredibile traguardo dei 15.007.033 esemplari.

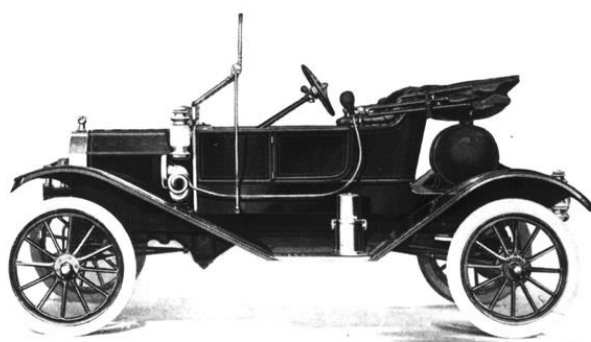


Fig.1-1: *Ford Model T*

La catena di montaggio garantiva rispetto al passato la realizzazione di un gran numero di veicoli in minor tempo e ciò permetteva di abbattere il costo finale di produzione e il prezzo proposto al pubblico. Il contenimento dei costi permise poi un leggero aumento dei salari. Tale incremento salariale rafforzò il potere d'acquisto degli operai e delle loro famiglie che poterono permettersi il veicolo. Le auto iniziarono a diffondersi su larga scala.

In Europa la situazione era ben diversa, l'industria automobilistica era presente nel Vecchio Continente dove, sin dall'ultimo decennio dell'800 operava con modelli basati su carrozze. Con l'avvento del '900 iniziarono invece ad essere realizzate e prodotte vetture più pratiche e versatili.

¹ Marchetti Luca, Storia dell'industria automobilistica, 2016.

La situazione europea tuttavia non può essere comparata a quella americana in quanto la concezione dell'automobile era profondamente diversa. A differenza degli Stati Uniti, in Europa le auto venivano ancora viste come oggetti di lusso e di conseguenza i prodotti realizzati dall'industria erano riservati ad una stretta élite. Con il tempo però la situazione cambiò e il settore crebbe fortemente. La crescita però non durò molto in quanto lo scoppio della Prima Guerra Mondiale causò una brusca frenata, specialmente in Europa.

Anni dopo il primo conflitto ci fu la grande crisi che investì, tra il '29 e il '33, gli Stati Uniti e di riflesso lo stesso continente europeo per via delle strette relazioni commerciali esistenti. La crisi non risparmiò l'industria automobilista che però riuscì a limitare i danni abbassando la produzione. Quanto accadde nei primi anni del ventesimo secolo mostra come il settore automotive fu capace di adattarsi ai diversi accadimenti storici di influenzarli come nel caso del conflitto mondiale dove le auto e i mezzi a motore rappresentarono un grande cambiamento sia per le strategie belliche che per gli spostamenti al fronte.

Nel periodo che intercorre tra la “grande depressione” e la Seconda Guerra Mondiale il settore giovò di una forte spinta allo sviluppo voluta dai regimi totalitari, come il nazismo in Germania e il fascismo in Italia, che consideravano positivamente, a fini propagandistici, la creazione e la diffusione di veicoli a basso costo, di cui tutti i cittadini avrebbero potuto godere, e cancellare la concezione dell'auto come bene di lusso riservato ad individui benestanti. Con lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale le auto e i veicoli a motore tornarono ad essere utilizzati attivamente nei conflitti, se non maggiormente rispetto al passato. Le innovazioni tecniche introdotte dalle industrie automobilistiche permisero di utilizzare i mezzi corazzati direttamente sui campi da battaglia e ciò portò ad un uso massiccio di tali veicoli. Concluso il conflitto i progressi fatti in campo militare non andarono perduti ma furono applicati sui mezzi civili.

Durante il ventennio che seguì la Seconda Guerra Mondiale l'industria automobilistica si elevò a settore di punta negli Stati Uniti e in Europa. L'auto assunse il ruolo di *status symbol*. Iniziarono le produzioni sia veicoli di massa, auto accessibili a tutti, sia modelli più ricercati ed unici, pensati esclusivamente per pochi e facoltosi individui. Il settore divenne elemento chiave dello sviluppo e della crescita dei paesi occidentali.

L'industria attraversò altre crisi come quella della produzione petrolifera degli anni '70, che investì tutto il mondo occidentale in seguito al deciso rialzo dei prezzi del greggio da parte dei paesi arabi durante il conflitto con Israele, e la crisi del mercato mondiale scoppiata negli Stati Uniti nell'agosto del 2007 a seguito dello scoppio della bolla immobiliare che portò ad una crisi finanziaria che assunse un carattere globale (tranne per alcune eccezioni come Cina ed India).

Ciò che traspare dalla storia è l'importanza di un'industria come quella dell'auto per le economie moderne. Il motivo si trova nei notevoli volumi ed indotti che la caratterizzano e dagli ingenti investimenti che determinano effetti positivi sulle bilance commerciali. Secondo lo studio² condotto da *Anfia, associazione nazionale filiera industria automobilistica*, il mercato oggi cresce in maniera costante. Dal 2007 al 2016 la domanda di veicoli nel mondo ha visto un incremento di oltre il 30% attestandosi a 94milioni di unità. La produzione, sostenuta dall'andamento positivo della domanda, nel 2016 ha misurato oltre 95 milioni di auto (22,2 milioni di veicoli in più rispetto al 2007 e 33,6 milioni rispetto al 2009 apice della crisi). L'analisi svolta mostra un cambiamento nella struttura del mercato, paesi industrializzati e motorizzati come Ue, Usa, Canada e Giappone, storiche aree di produzione, hanno visto una contrazione dei loro mercati, con lo share che è passato dal 57% al 44%, in favore dei cosiddetti paesi *BRIC* (Brasile, Russia, India e Cina), la cui domanda è cresciuta del 118% rispetto al 2007 e che hanno raggiunto una quota del 37% che equivale a ben 35 milioni di veicoli.

Per quanto riguarda l'Europa, l'industria automobilistica è cruciale per la sua prosperità. Il settore fornisce lavoro a 12 milioni di persone e vale il 4% del *GDP (Gross domestic product)* europeo oltre a rappresentare il più grande investitore in ricerca e sviluppo (R&S). Proprio per queste ragioni la Commissione Europea supporta l'armonizzazione tecnologica ed elargisce finanziamenti per la ricerca da parte dei player europei. L'analisi effettuata sul continente europeo mostra come questo non abbia recuperato completamente i volumi di mercato e di produzione ante crisi. Si nota come la produzione, che si attesta sulle 22 milioni di unità, è sotto di 3 punti rispetto al 2007 e scende al 23% della quota mondiale mentre le immatricolazioni, che sono sopra i 20 milioni, sono più basse del 13%. La situazione probabilmente diverrà strutturale anche se potrebbero incidere positivamente i bisogni di mobilità sostenibile, il mantenimento dei volumi di produzione e un'accelerazione nel rinnovo del parco circolante che contribuiranno a mantenere positivo il mercato delle immatricolazioni.

² Area studi e statistiche Anfia, L'industria automotive mondiale nel 2016 e trend 2017, Anfia, 2016.

In merito all'Italia, questa mostra una fase di recupero dei volumi tuttavia risulta ancora fuori dalla classifica dei primi produttori al mondo nonostante nel paese la spesa per l'auto sia di 189 miliardi, pari a circa l'11% del Pil. Nel 2017 sono stati immatricolati oltre due milioni di veicoli ma solo nel 2019 verranno raggiunti i livelli di mercato ante crisi, due anni in anticipo rispetto ai livelli del Pil che invece dovrebbero raggiungere gli standard pre-crisi solo nel 2021.

Uno studio³ condotto da *Euler Hermes*, società appartenente al gruppo *Allianz* e leader mondiale dell'assicurazione crediti, stima che nel 2019 il mercato mondiale dell'auto raggiungerà le 100 milioni di unità vendute, dopo essere arrivato alla soglia dei 95,8 milioni di veicoli nel 2017, con l'Italia che dovrebbe riuscire a vendere 2.3 milioni di unità. *Loeiz Limon Duparcmeur (2017), Country Manager di Euler Hermes Italia*, afferma in proposito come l'Italia rappresenti “il mercato automobilistico con la crescita più sostenuta in Europa Occidentale” e ciò per via della battaglia tra le case automobilistiche per acquisire maggiori quote di mercato e portata avanti per mezzo di un numero crescente di sconti, la fiducia dei consumatori e delle imprese fanno il resto.

Tornando alla produzione di veicoli, il focus dell'*Anfia* sottolinea come, secondo *Business Monitor International* che si occupa di ricerche e analisi macroeconomiche, nel 2020 la produzione mondiale, potrebbe superare i 112 milioni di auto segnando un +17,4% rispetto al 2016 che equivale a 17 milioni di veicoli in più (vedi fig.1-2). Tale incremento è riconducibile alla crescita dei paesi *BRIC* che dal 2000 hanno quasi quadruplicato la loro quota mondiale di produzione, essi si attestavano al 9,9% mentre oggi, come riportato in precedenza, raggiungono quasi il 40%. La Cina da sola è passata dagli 8 milioni di veicoli prodotti nel 2007 agli oltre 28 milioni del 2016, ottenendo il primato di paese produttore e primo mercato.

Osservando questi dati si capisce come mai il settore ricopre un ruolo chiave nell'economia mondiale e come continuerà a farlo anche in futuro. Numerosi studi mostrano come l'*Automotive* vivrà un forte crescita grazie alla trasformazione digitale. L'industria automobilistica si appresta a diventare un'industria tecnologica come si può riscontrare dagli ingenti investimenti in guida autonoma e nelle infrastrutture connesse.

³ Global Automotive Report, Euler Hermes, 2017.

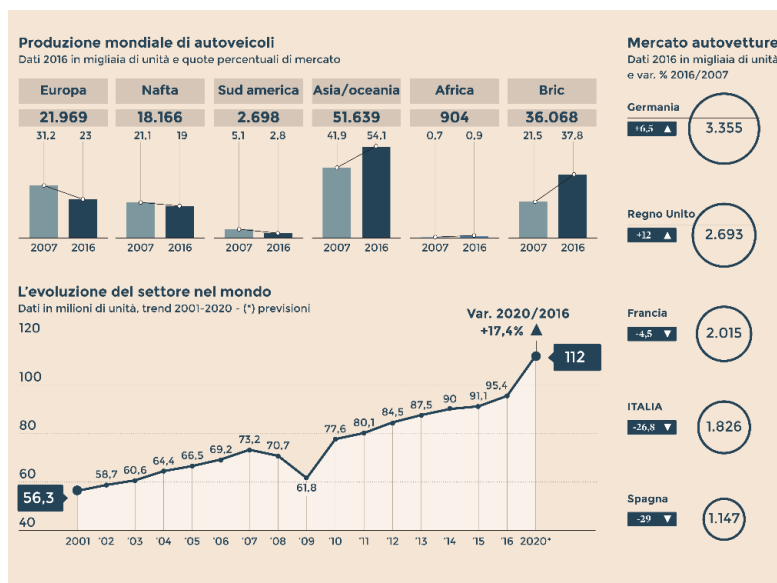


Fig.1-2: Le macro-dinamiche del settore automobilistico fonte Anfia

Secondo Maciej Kranz (2018), Vicepresident Strategic Innovation Group di Cisco Systems, “l’intero settore dovrà ripensare tutti i processi, dalla produzione alla customizzazione, in quanto la tecnologia si sta evolvendo in modo estremamente rapido”. Una conferma a queste parole arriva dal report⁴ sul futuro della mobilità realizzato da The Boston Consulting Group, una delle più importanti società di consulenza manageriale al mondo. Entro il 2030 il 25% dei chilometri percorsi da auto private negli Stati Uniti potrà essere attribuito a flotte di auto elettriche a guida autonoma, tale diffusione però non significherà una riduzione delle vendite bensì un cambiamento degli attori che effettueranno gli acquisti (vedi fig.1-3).

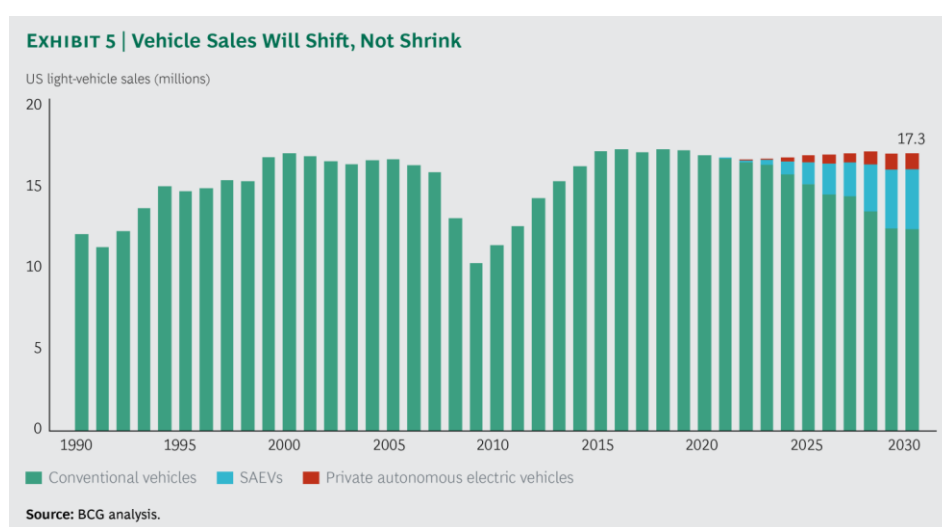


fig.1-3: Trend vendite mercato USA

⁴ B. Collie, J. Rose, R. Choraria, and A. K. Wegscheider, The reimagined car: Shared, Autonomous, Electric, BCG, 2017.

Lo studio di *The Boston Consulting Group* sottolinea che il mercato vedrà sorgere le cosiddette *SAEV* (*shared autonomous electric vehicles*) e che una quota sostanziale dei 175 milioni di americani che vivono nei grandi centri urbani del paese passerà a tali mezzi con un taglio del 50% dei costi di trasporto. Quasi dello stesso avviso *PricewaterhouseCoopers (PwC)*, service network internazionale che opera in 158 paesi con circa 223.000 dipendenti, che ha realizzato un documento⁵ che parla dei trend che trasformeranno l'industria automobilistica. *PwC* introduce il *concept* degli *easycy vehicles* (*electrified, autonomous, shared, connected and yearly updated vehicles*) e mostra l'impatto che questi veicoli avranno sul settore automobilistico e sulla società. L'elettricità che andrà ad alimentare i veicoli assumerà un ruolo chiave nella transizione verso la mobilità ad emissioni zero, veicoli autonomi che non richiedono un intervento umano ridurranno l'uso dei servizi di mobilità pubblici ed offrirà a nuovi gruppi di utenti, come anziani, infermi e bambini, la possibilità di muoversi individualmente. Le nuove flotte condivise garantiranno un uso più efficiente dei veicoli e di conseguenza una significativa riduzione dei costi.

Lo sviluppo della connettività significherà che i veicoli saranno in grado di comunicare tra loro, con infrastrutture di gestione del traffico, con i passeggeri e con il mondo esterno. Un luogo terzo che combina le caratteristiche della propria abitazione e del luogo di lavoro. La diffusione dei veicoli *easycy* determinerà poi una riduzione significativa dell'inventario visto il maggiore utilizzo delle flotte e la minor necessità di veicoli. Ciò però non porterà necessariamente ad un calo delle vendite che, spinte dalle continue innovazioni tecnologiche, continueranno invece ad aumentare. In Europa si stima infatti che le vendite di nuovi veicoli potrebbero aumentare del 34% mentre per gli Stati Uniti lo studio condotto ipotizza una crescita del 20%. Anche per la Cina è previsto un aumento che sarà di oltre il 30%.

In conclusione, gli studi effettuati da *BCG* e *PwC* devono essere intesi come un campanello d'allarme dagli attori del settore che dovranno necessariamente investire sempre più o cominciare, qualora non l'avessero già fatto, nella tecnologia così da farsi trovare pronti ai nuovi paradigmi di mobilità. L'*autonomous driving* darà vita a nuovi modelli di business in cui si assisterà ad un *matching* delle competenze tra nuovi attori e i player tradizionali che o riusciranno a reinventarsi come provider o fornitori di mobilità *as-a-service*, o altrimenti diventeranno obsoleti ed usciranno dal mercato.

⁵ F. Kuhnert, C. Stürmer, A. Koster, Five trends transforming the Automotive Industry, PwC, 2017-

L'Intelligenza Artificiale e le sue applicazioni in campo automobilistico

Definire puntualmente l'intelligenza artificiale può essere un compito arduo poiché non esiste ancora una definizione universalmente accettata dell'AI (*Artificial Intelligence*), data la sua natura estremamente recente ed in continua evoluzione. Il matematico americano *Richard E. Bellman*, ad esempio, la considerava nel 1978 come *“l'automazione di attività che associamo al pensiero umano come il prendere decisioni, la risoluzione automatica di problemi e l'apprendimento”*, mentre il professor *Kevin C. Knight*, esperto in intelligenza artificiale, la definisce nel 1991 come *“lo studio delle facoltà mentali mediante l'uso di modelli computazionali”* o in alternativa *William A. Stubblefield*, autore del libro *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*, che la identifica nel 1993 con *“la branca dell'informatica che riguarda l'automazione di comportamenti intelligenti”*.

L'intelligenza artificiale (AI) può quindi essere vista come un'area dell'informatica che ha come obiettivo la creazione di macchine intelligenti che sono in grado di comportarsi e di reagire come gli umani e il cui studio è altamente tecnico e specializzato. Il concetto alla base di tale tecnologia è il desiderio dell'uomo di creare una connessione tra automazione e ragionamento. Le sfide chiave consistono nel programmare computer per lo sviluppo e il miglioramento di alcuni tratti tipici dell'uomo come la conoscenza, il ragionamento, il problem solving, la percezione, l'apprendimento, la pianificazione e la capacità di manipolare e spostare oggetti. Le macchine possono agire e reagire come gli umani solo nel caso in cui dispongano delle necessarie informazioni riguardanti il mondo che le circonda. Proprio per questo oggi e in futuro sarà determinante per un'azienda possedere e sapere gestire grandi quantità di dati.

Una volta costituita una buona base dati si può avviare l'apprendimento automatico, altro elemento fondamentale dell'AI. L'apprendimento senza alcun tipo di supervisione consiste nella capacità di indentificare gli schemi nei flussi di input che giungono al mezzo. L'auto deve essere in grado di utilizzare gli input e dedurre le diverse situazioni che la circondano in modo da garantire spostamenti senza incidenti. L'automazione ha dato vita a due teorie, l'Intelligenza Artificiale debole e l'Intelligenza Artificiale forte, così definite dallo studioso e filosofo *John Searle*. La distinzione tra le due si basa su una domanda fondamentale: la macchina potrà mai eguagliare o superare l'essere umano e la sua mente?

L'*AI* debole è caratterizzata dal fatto che la macchina è progettata per svolgere un compito limitato come il solo riconoscimento facciale, la ricerca su Internet o la guida di un'auto. In questo contesto il computer non sarà mai in grado di replicare le abilità umane ma solo simulare alcuni suoi processi cognitivi. L'obiettivo è quello di agire con successo in alcune funzioni umane. Nel lungo termine invece molti ricercatori sperano di realizzare una *AI* forte. Mentre l'*AI* debole al suo massimo può performare meglio degli esseri umani su compiti specifici, l'*AI* forte è in capace di superare gli umani in quasi tutti i compiti cognitivi grazie ad una intelligenza autonoma ed indipendente.

Ad oggi l'*Artificial Intelligence* interessa trasversalmente diversi settori, dal manifatturiero al finanziario, dal sanitario al digital marketing e al contempo sta diventando protagonista per ciò che riguarda il design, lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione dei veicoli. Le applicazioni nel settore automotive al momento sono tantissime. Piattaforme in grado di mettere in contatto automaticamente i guidatori con le aziende o con luoghi/servizi che si trovano in prossimità del veicolo o strumenti volti alla gestione dei viaggi in grado di analizzare molteplici informazioni relative a traffico e al calendario personale che comunicano il momento migliore per partire e raggiungere la località desiderata. Sempre più diffusi i sistemi di assistenza alla guida che aiutano il guidatore senza prendere il controllo del veicolo, come la frenata automatica, i sistemi di prevenzione delle collisioni, gli allarmi di riconoscimento pedoni e ciclisti, gli avvisi di traffico incrociato e i controlli di velocità intelligenti, sistemi di cloud computing che migliorano la velocità di elaborazione, l'accesso e l'analisi dei *big data* o anche i sistemi di guida autonoma da integrare nei veicoli.

Le applicazioni però non finiscono qui, ce ne sono altre che non sono state ideate esclusivamente per il settore automotive ma che vengono ormai utilizzate quotidianamente dalle aziende automobilistiche e dai loro *dealer*. Grazie all'*AI* possono essere effettuate analisi predittive volte a *targeting intelligenti* che consentono di identificare e raggiungere i clienti presenti sul sito *web* così da fornirgli assistenza personalizzata. L'analisi predittiva infatti consente di connettersi e parlare ai singoli visitatori in modo da inviare un messaggio diverso per ciascuno di essi. Un utente che visita il sito per la prima volta potrebbe vedere un messaggio relativo alla storia del brand mentre qualcuno che visita le sezioni relative al *service* potrebbe ricevere informazioni relative ad un pacchetto di manutenzione.

L'AI crea un sistema accurato che traccia e sintetizza continuamente grandi moli di dati che utilizza per fare previsioni *real-time* dell'interesse dell'utente, fornire contenuti pertinenti e registrare la risposta del cliente. Il *retargeting*, dopo che l'utente ha lasciato il sito, continua il processo presentando nelle successive ricerche annunci personalizzati che aumentano la familiarità con il *brand*. Altro strumento sono i *chatbot*, sempre più popolari per via del loro modo di interagire con i clienti, capaci di fornire risposte ed ottenere informazioni sensibili come contatti mail e telefonici. Oggi come oggi, sofisticati algoritmi hanno migliorato a tal punto i *chatbot* che questi sono quasi in grado di imitare in modo convincente gli esseri umani, possono fornire assistenza 24 ore su 24, 7 giorni su 7, accedere a grandi database di informazioni e fornire in modo accurato risposte su una vasta gamma di argomenti. Seppur migliorati però non sono ancora in grado di superare il test di *Turing*, criterio che consente di determinare se una macchina sia in grado o meno di pensare, di farlo in autonomia e come un essere umano, e quindi replicare un'intelligenza umana. Nonostante questo vengono utilizzati per diversi compiti a supporto o in sostituzione degli operatori umani.

Come si evolve la Customer Experience con l'Intelligenza Artificiale

L'*automotive* sin dalle origini è un settore caratterizzato da continue evoluzioni. Oggi più che mai, è un mercato altamente complesso e concorrenziale per via dell'accelerazione data dalle innovazioni tecnologiche e da internet. In tutto questo la figura del cliente, che ha un ruolo chiave nell'era della *digital transformation*, è diventata sempre più esigente ed attenta ai dettagli. Le scoperte tecnologiche hanno determinato grandi cambiamenti nella vita delle persone e di conseguenza sono cambiate anche le loro abitudini. Si parla di individui che oggi in media possiedono 3,7 dispositivi connessi ad internet. Le competenze digitali oggi sono alla portata di tutti e le innovazioni si portano dietro grandi aspettative che le aziende non si possono permettere di disattendere.

Una delle conseguenze di tali cambiamenti è quella analizzata dallo studio condotto nel 2017 da *CapGemini*⁶, leader mondiale nei servizi di consulenza e tecnologia. Lo studio, effettuato su un campione di oltre 8.000 mila automobilisti di otto paesi (Italia, Germania, Francia, Gran Bretagna, Stati Uniti, Brasile, Cina ed India), mostra come oggi l'auto viene scelta prima online e non più esclusivamente negli showroom. Internet ha cambiato sia le modalità con cui i consumatori si rapportano alle case automobilistiche sia il ruolo dei concessionari e dei loro venditori.

⁶ D. Godau, K. Grambow, N. Gill, R. Mehl, M. Winkler, *Beyond the Car*, CapGemini, 2017.

Oggi la grande maggioranza dei clienti si reca in concessionaria per provare una vettura che ha già scelto e studiato sul proprio computer, tablet o smartphone. Una volta arrivati nella sede, i potenziali acquirenti si aspettano di trovare venditori specializzati e informazioni digitalizzate che rispondano puntualmente ai propri dubbi e in aggiunta delle esperienze virtuali che possano arricchire quella fisica.

Entrando nel dettaglio del report di *CapGemini* si possono individuare alcuni elementi che mostrano i cambiamenti in atto. Il 50% del campione intervistato nello scegliere il veicolo fa affidamento sulla stampa online, il 46% va a consultare il sito web ufficiale del brand scelto mentre il 35% sceglie il sito del concessionario. La scelta non avviene esclusivamente sui siti internet ma anche sui social network: il 16% del campione consulta le piattaforme social in modo generico in cerca delle opinioni degli altri utenti, il 15% va a guardare i profili ufficiali della casa automobilistica mentre il 12% si basa su quelli del dealer. Le ricerche per l'acquisto di un'auto nuova avvengono per il 66% tramite smartphone, spesso durante spostamenti o tempi di attesa, e nel 65% dei casi si concludono in meno di due mesi.

Il fenomeno è destinato a durare se non a crescere ulteriormente, gli utenti intervistati dichiarano infatti di volere una maggior interattività online da parte dei brand automobilistici come ad esempio presentazioni dei nuovi modelli mediante la realtà virtuale, chat live in modo da avere risposte ai propri dubbi in tempo reale e video chat per parlare *face to face* con esperti direttamente da casa propria. Queste informazioni non devono però essere confuse, la rete tradizionale non sparirà bensì continuerà ad essere determinante. Il ruolo dei concessionari dovrà essere complementare alla ricerca online con i venditori che soddisferanno le nuove abitudini d'acquisto. Lo studio rileva infatti che il 40% degli intervistati si reca anche fisicamente presso il concessionario di zona, il 33% si confronta con amici e parenti, il 32% visita lo showroom del brand d'interesse ed infine il 20% raccoglie le informazioni partecipando ai saloni dell'auto.

Il concessionario dovrà cambiare forma, approfittando delle potenzialità del digitale. Attraverso ai dati degli smartphone dei clienti, il venditore potrà riconoscere l'individuo e individuare immediatamente i suoi bisogni ed interessi, gli assistenti virtuali posizionati all'ingresso permetteranno al cliente di pianificare velocemente *test drive* od ottenere informazioni senza alcuna attesa mentre gli strumenti di realtà virtuale infine garantiranno al cliente di vivere un'esperienza a 360°.

Tutto questo però non è sufficiente, anche dopo la vendita i nuovi clienti digitalizzati si aspettano maggiori attenzioni come informazioni chiare e puntuali sulla consegna del veicolo, offerte personalizzate su servizi e upgrade aggiuntivi, approfondimenti sul modello appena acquistato o *lifestyle stories* relative al brand. Il segreto sta nel prendersi cura delle emozioni del cliente supportandolo sia *online* sia *offline* nel modo più completo possibile.

La società di consulenza *Deloitte*⁷ ritiene che il cliente di domani tenderà a valutare le esperienze d'acquisto in modo sempre più indipendente dal settore merceologico, il *dealer* dovrà quindi prima essere capace di intercettare l'utente *online* e poi instaurare un rapporto offrendo le migliori esperienze possibili. L'obiettivo è il *lifetime value* del consumatore, soddisfare ogni bisogno in modo da creare una relazione duratura. Il comparto degli investimenti pubblicitari segue questi trend riorganizzandosi in modo da incontrare la domanda dei consumatori digitali. Crescendo gli utenti cresceranno di conseguenza il numero di contenuti prodotti e gli investimenti. Secondo gli ultimi dati *Nielsen*, solo in Italia gli investimenti nel *digital advertising* nel 2018 segneranno un +9.4%, portando la quota di spesa del *digital* al 37%.

Della stessa opinione di *CapGemini* troviamo *Google* che, con il suo studio condotto sul mercato italiano *The Drive to Decide*⁸, afferma che, escludendo l'acquisto finale, le prime fasi del *customer journey* ormai sono dominate dall'online. Tra i *touchpoint* più utilizzati (vedi fig.1-4) troviamo motori di ricerca, video online e siti di comparazione mentre forum e blog hanno sì un alto impatto ma vengono usati meno, quelli ad essere presi poco in considerazione sono invece brochure, flyer (11%) e le pubblicità in tv (14%).

Gli acquisti nel nostro paese per la maggior parte vengono effettuati ancora *offline* tuttavia non è detto che ciò duri per sempre. Nel settore *automotive* l'*e-commerce* rappresenterà una grande opportunità per i concessionari. Le previsioni stimano che nel 2022 il 18% dei nuovi veicoli sarà venduto *online*. La presenza *online* del proprio negozio consentirà al *dealer* non solo di aumentare le conversioni e le vendite ma anche di rafforzare la propria immagine e curare più efficacemente le relazioni con i clienti grazie alla raccolta dei dati e dei *feedback* che permetteranno di valutare il tasso di gradimento e di individuare eventuali problemi.

⁷ A. Dinsdale, P. Willingmann, S. Corwin, J. Glueck, The future of auto retailing, Deloitte, 2016.

⁸ The Drive to Decide, Google, Kantar TNS, 2017.

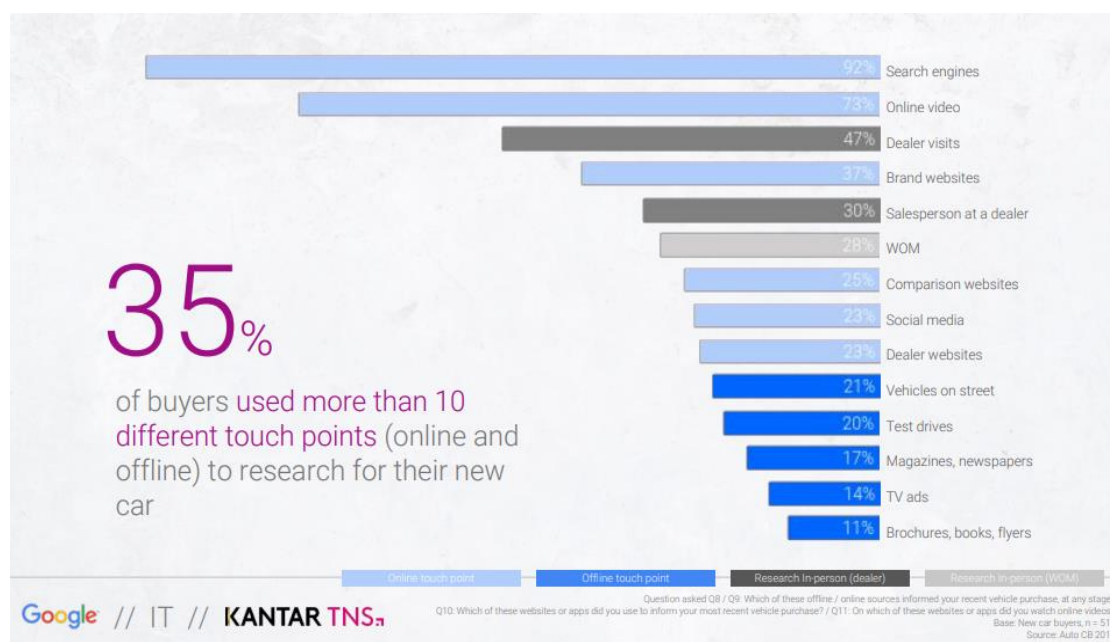


Fig. 1-4: Touch point per la ricerca di un nuovo veicolo

L'e-commerce porterà benefici sia ai venditori che ai consumatori, alcuni dei quali nel report di Google già adesso affermano di prendere in considerazione l'acquisto online (il 49% dei soggetti intervistati). Si tratta di un mercato ancora non esplorato ma le cui potenzialità sono enormi, non a caso *Jeff Bezos*, numero uno di *Amazon*, sta realizzando diverse iniziative. Ad agosto 2017 c'è stato il lancio di *Amazon Vehicles*, un portale che offre informazioni, filtri di ricerca, possibilità di comparazioni e recensioni delle auto in commercio. *Garage Italia Customs*, azienda specializzata nella personalizzazione di auto con *Lapo Elkann* come Direttore Creativo, in collaborazione con il Gruppo Volkswagen ha offerto in esclusiva sul portale americano due versioni speciali della nuova Volkswagen T-Roc: 50 pezzi nella versione *Black* per il *Black Friday* e altri 50 nella versione *Cyber* per il *Cyber Monday*.

Ci sono state altre partnership come quella con *Fiat*, anche se in questo caso l'acquisto da parte dell'utente non avveniva su *Amazon*. Sulla piattaforma si accedeva ad una offerta esclusiva relativa ai modelli 500 mentre l'acquisto vero e proprio veniva finalizzato in concessionaria.

Mentre in America ed in Europa si stanno ancora facendo dei tentativi, in Cina la vendita di auto online è già una realtà grazie all'e-commerce *Alibaba* e la controllata *Tmall*. In Cina sono oltre 700 milioni le persone che utilizzano *Internet* e di queste sono 448 milioni quelle che effettuano acquisti tramite e-commerce.

Il gruppo *Alibaba* sta sperimentando nuovi approcci al consumatore e la vendita *online* di veicoli fa parte della strategia. Nel 2016 sono state circa 100 mila le auto vendute online e gli esempi di successo sono diversi. Nel marzo 2016 la *Maserati* ha lanciato sul suo *webstore* all'interno della piattaforma *Alibaba*, 100 esemplari di SUV *Levante* le quali sono state vendute tutte, ad un prezzo di 999.800 yuan (l'equivalente di 137.400 euro), in appena 18 secondi. Visto il risultato, il marchio del Tridente ha deciso di privilegiare ancora la piattaforma lanciando ulteriori 500 pezzi, venduti anche questi in poco tempo.

Un altro esempio è rappresentato da un altro marchio italiano, l'*Alfa Romeo*. Nel marzo 2017 il marchio del *Biscione* ha messo in vendita sulla piattaforma 350 *Giulia* in edizione limitata "*Milano*". Offerte ad un prezzo di 62.900 dollari, tutte le 350 auto (vedi fig.1-5) sono state acquistate in soli 33 secondi. Prima dell'apertura del *webstore* erano state 20 mila le ricerche effettuate sui modelli *Alfa Romeo*. Il successo è stato così grande da spingere il brand di *FCA* ad inserire, in un'asta parallela sullo store *Tmall*, ulteriori 60 *Alfa Romeo Giulia*, ma nella versione "*Quadrifoglio*", ad un prezzo di 148 mila dollari ciascuna (in Italia sono vendute a circa 80 mila euro) esaurendo anche queste in breve tempo.



Fig. 1-5: Annuncio su Alibaba di 350 Alfa Romeo Giulia "*Milano*"

Ultimo esempio è quello della *Volvo* che, nel dicembre 2017, ha utilizzato *Tmall* per lanciare il SUV *XC60* un giorno prima della commercializzazione presso le concessionarie presenti sul territorio cinese. Il veicolo, disponibile in una dozzina di colori, prevedeva per gli acquirenti della piattaforma l'esclusiva sulla versione blu. Tutti i 288 modelli blu sono stati esauriti nei primi 75 secondi di vendita.

Quella delle vendite di veicoli su *Tmall* è solo l'ultima di una serie di iniziative del colosso *Alibaba* che riguardano il settore automotive. Da anni il mercato cinese si è rivelato ricettivo alle novità, numerosi studi mostrano come, entro il 2022, la Cina contribuirà per oltre la metà alla crescita delle vendite di nuovi veicoli. Sulla base di queste premesse, gli investimenti per migliorare la *customer experience* da parte di *Alibaba* e la controllata *Tmall* sono ingenti. L'obiettivo è quello di sfruttare l'*artificial intelligence*, il *cloud computing*, l'*Internet of Things* e il portale *e-commerce* per ridefinire sia il *customer journey* che la *customer experience*. Per fare ciò è in cantiere la realizzazione sull'intero territorio cinese di distributori automatici di auto.

Alibaba offrirà la possibilità di provare per tre giorni il veicolo desiderato dopo averlo prenotato e successivamente ritirato presso uno dei due attuali *Super Test Drive Center* che si trovano a Shanghai e a Nanjing. Secondo *Huan Lu (2018)*, *Marketing Director* della divisione automotive di *Tmall* “l'obiettivo è quello di aiutare gli utenti, risolvendo alcuni problemi che incontrano nel processo di acquisto. Per questo stiamo realizzando delle strutture aperte 24 ore su 24 dove, grazie al riconoscimento facciale o attraverso l'immissione di codici, si può prelevare, in automatico e senza l'ausilio alcuno, le auto per i test drive”.

Ma come funzionano concretamente questi *Super Test Drive Center*. Innanzitutto, l'utilizzo di questi distributori di auto è riservato ad una determinata clientela che possiede un punteggio pari o superiore a 700 nel sistema di punti fedeltà *Zhima Credit*, se poi l'utente è un *Alibaba Super Member* non è necessario neanche un deposito. Il sistema funziona molto semplicemente, il cliente osserva un veicolo per strada che gli interessa e, mediante l'app *Taobao*, fa uno *scan* che viene caricato immediatamente sul sistema di ricerca. Una volta trovato il veicolo, sulla piattaforma può essere prenotato il *test drive*. Per procedere sono necessarie solo informazioni di base ed un *selfie*. Una volta effettuate queste operazioni il cliente può recarsi in uno dei *Tmall Vending Machine* (vedi fig.1-6) ed usare la tecnologia del riconoscimento facciale per selezionare il proprio ordine che potrà visualizzare in 3D su un apposito totem.

Confermata l'operazione il veicolo esce in automatico, l'intero processo dura non più di 10 min. Il cliente avrà quindi la possibilità di guidare il veicolo per 3 giorni interi alla fine dei quali potrà scegliere se prenotarne uno nuovo o effettuare l'acquisto mediante app.



Fig.1-6: Tmall Super Test Drive Center in partnership con Ford

Tra gli obiettivi dichiarati di *Alibaba* c'è quello di costruire altri 10 distributori entro la fine del 2018 e consentire ai propri clienti di acquistare il veicolo desiderato spendendo soltanto il 10% del valore mentre per la cifra rimanente utilizzare i suoi servizi di finanziamento.

In conclusione, nonostante la forte crescita dell'*online*, le concessionarie sono ancora lontane dal pensionamento. La figura del venditore rimane ancora di rilievo perché fortemente radicata al territorio, conosce le persone e parla con loro oltre al fatto che il test drive è ancora considerato come un passaggio chiave nella scelta del veicolo. Ciò però non può far star tranquilli, il mercato e i consumatori si stanno evolvendo e la Cina sta facendo scuola nell'uso dell'intelligenza artificiale applicata al settore. I mercati occidentali dovranno assicurarsi di non rimanere indietro e osservare con attenzione le novità che eventualmente potranno adattare ai propri contesti.

Guida autonoma, una nuova opportunità

La guida autonoma rappresenta a pieno titolo una delle applicazioni più studiate e attese dell'*AI*. Quanto emerge dall'analisi degli sviluppi e delle prospettive del settore *automotive* è che vi sarà una vera e propria rivoluzione della mobilità conseguenza diretta della ricerca e dello studio dell'intelligenza artificiale. L'auto del futuro sarà un *data center* su ruote basato su una ampia serie di componenti software.

Oggi giorno è sempre meno attraente possedere e gestire un'auto a causa dei lunghi spostamenti, gli ingorghi e la ricerca di un parcheggio poiché consumano molto tempo. La congestione alimenta l'inquinamento atmosferico, la sicurezza non è garantita e possedere un'auto propria risulta essere molto costoso, specialmente nelle aree urbane. Figlia dell'*Internet of Things*, l'auto a guida autonoma sarà un prodotto rivoluzionario in grado di cambiare sia il modo con cui le persone effettuano i loro spostamenti sia la società in cui viviamo. Come disse *Elon Musk* (2016), numero uno di *Tesla*, uno dei colossi internazionali all'avanguardia nello sviluppo della guida autonoma, *“nel lungo periodo nessuno comprerà un'auto che non sia autonoma. Possedere un veicolo che non si guida da solo sarà come avere un cavallo. Potrai tenerlo e usarlo per ragioni sentimentali, ma non per un uso quotidiano”*.

Prima di analizzare lo stato attuale e le prospettive di tale innovazione, è utile tornare indietro e approfondire i progressi che hanno reso possibile la mobilità intelligente. L'idea comune è che le auto autonome siano una invenzione relativamente recente, oggi cavallo di battaglia dei principali marchi costruttori mondiali, ma in realtà non è nulla di nuovo rispetto a quanto teorizzato agli inizi del secolo scorso. A cambiare sono le possibilità offerte dalla tecnologia attuale che hanno reso realizzabile, e non più fantascientifico, quanto era già stato pensato. Il primo esempio di auto senza conducente risale a metà degli anni 20 dove a New York, a bordo di una *Chandler* del 1926 ribattezzata *Linrrican Wonder*, l'azienda di equipaggiamenti radio *Houdina Radio Control* installò una serie di motori elettrici e un'antenna radio in grado di captare degli impulsi inviati da un altro veicolo e muovere l'auto senza alcun intervento. La *Linrrican Wonder* (vedi fig.1-7) fu capace di compiere un giro dimostrativo tra Broadway e la 5th Avenue a Manhattan. L'anno successivo fu effettuato un esperimento simile a Milwaukee dove i giornali dell'epoca soprannominarono il veicolo *Phantom Auto* ovvero macchina fantasma.

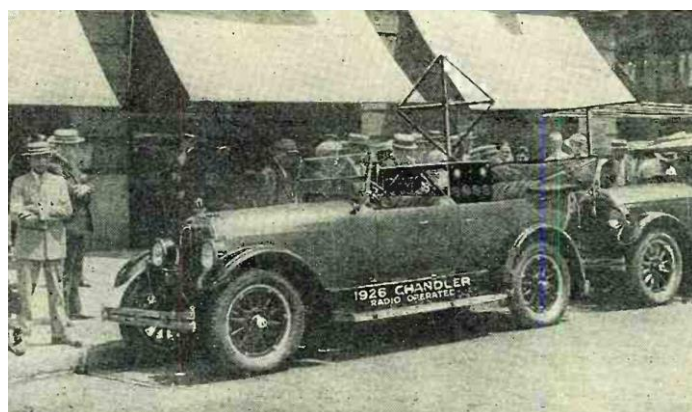


Fig.1-7: *Linrrican Wonder*

Non si hanno notizie di guida autonoma fino al '39 dove, sempre New York, si stava svolgendo l'*Expo*. Nel contesto della fiera, il padiglione della *General Motors* denominato *Futurama*, frutto del genio dell'architetto e designer *Norman Bel Geddes*, diede una prima visione del futuro mettendo in mostra diversi scenari sulle prospettive dell'architettura e della mobilità. La struttura esponeva diversi veicoli radio comandati, alimentati da campi elettromagnetici, che riprendevano alcuni principi di funzionamento tipici delle ferrovie. Essi erano dotati di sistemi per il controllo della velocità e per l'analisi della posizione degli altri veicoli in modo da evitare possibili collisioni.

Successivamente seguì un netto stop, probabilmente a causa dello scoppio della Seconda Guerra Mondiale. Nuovi progetti furono avviati solo negli anni Cinquanta sempre dalla *General Motors* in collaborazione con *RCA (Radio Corporation of America)*, colosso americano dell'elettronica e della produzione musicale, con lo scopo di realizzare sistemi di controllo automatizzato della guida mediante sensori e circuiti posti lungo le strade. Insieme le due aziende crearono un prototipo di veicolo guidato e controllato da cavi annegati nel pavimento. L'idea piacque molto a due ingegneri del *Nebraska Department of Roads* i quali iniziarono una serie di studi che nel 1958 portarono i primi risultati tangibili. In collaborazione con la *RCA*, i due ingegneri svilupparono un veicolo dotato di una tecnologia capace di dialogare con la sensoristica posta lungo un tratto di strada lungo 121 metri nella città di Lincoln, Nebraska. L'auto riuscì ad accelerare, frenare e sterzare da sola.

I risultati furono così promettenti che, secondo la maggior parte dei costruttori del tempo, la guida autonoma sarebbe diventata una tecnologia perfettamente funzionante e applicabile a partire dal 1975. Sfortunatamente le previsioni furono disattese in quanto nessuno riuscì a commercializzare per quella data un veicolo del genere. *GM* però, sulla scia dei risultati ottenuti a Lincoln, continuò nella sperimentazione ideando la linea di prototipi *Firebird*, che produsse tra il 1956 e il 1964, periodo di grande esaltazione dovuta dall'inizio della conquista dello spazio da parte dell'uomo. Tali veicoli però non furono mai venduti al pubblico.

Studi sulla guida autonoma furono condotti anche in Europa, inizialmente in Inghilterra. Negli anni '60, il *Transport and Road Research Laboratory* realizzò diversi prototipi in grado di captare i sensori posti all'interno dell'asfalto e compiere determinati movimenti. Il primo mezzo frutto del programma fu una *DS19*, dotata di un sistema capace di interagire con dei cavi magnetici posti nell'asfalto, procedere autonomamente fino a 130 km/h, frenare e sterzare.

Controllando sterzo, la distanza tra i veicoli e la velocità, l'obiettivo dichiarato era quello di riuscire a calcolare, grazie ad un computer centrale, le condizioni di traffico migliori così da evitare le congestioni. Furono effettuati ulteriori test anche su una *Austin Mini* e su una *Standard Vanguard* che vennero protratti negli anni '70 tuttavia durarono poco in quanto a metà decade il progetto fu chiuso.

Ulteriori sperimentazioni vennero svolte anche in Germania e queste portarono allo sviluppo di un veicolo che per la prima volta fu in grado di muoversi autonomamente senza sistemi esterni. Nel 1986 l'ingegnere *Ernst Dickmanns* e il suo team dell'*Università di Monaco* riadattarono un furgone della *Mercedes-Benz*, soprannominato *VaMoRs*, e lo resero capace di procedere senza pilota rielaborando dati provenienti dall'esterno per mezzo di telecamere e sensori. Il veicolo rimase tuttavia prototipo ma fu preso come esempio da tutte le *company* che hanno avviato negli anni successivi le proprie sperimentazioni.

Nel 1987 fu il turno di un progetto Europeo, l'*Eureka Prometheus Project (Programme for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety)* il quale venne finanziato con 749 milioni di euro dai membri dell'*Eureka*, organizzazione europea per la ricerca tecnologica, per sviluppare progetti nel campo della guida autonoma. Grazie a questi investimenti nel 1994 sono stati presentati a Parigi, sempre dal duo *Mercedes-Benz* ed *Ernst Dickmanns*, i veicoli gemelli *VaMP* e *Vita-2*. I due veicoli, guidati da un computer in grado di agire su sterzo, acceleratore e freni, percorsero assieme oltre mille chilometri lungo un'autostrada parigina a tre corsie, con traffico variabile, riuscendo ad arrivare fino a 130 km/h e ad effettuare sorpassi e cambi di corsia. Nel 1995 invece percorsero oltre 2000 km da Monaco a Copenaghen e ritorno raggiungendo anche i 180 km/h e necessitando solo in poche occasioni dell'intervento umano.

Anche il nostro paese ha contribuito allo studio e allo sviluppo della guida autonoma. A metà degli anni '90 il professor *Alberto Broggi* dell'*Università di Parma* e il suo team hanno lanciato *Argo*, una *Lancia Thema* modificata (vedi fig.1-8) che nel 1998 percorse nel Nord Italia quasi duemila chilometri in sei giorni. Nel 94% del tempo il veicolo ha operato in totale autonomia mediante l'uso di un sistema di analisi dati dell'ambiente esterno che rilevava le informazioni attraverso due telecamere in bianco e nero a basso costo.



Fig.1-8: Lancia Thema Argo

Sempre *Broggi* poi ha realizzato un esperimento di gran successo, con la sua startup *VisLab*, riuscendo a far viaggiare per strada *Braive*, un veicolo realizzato nel 2009. Si trattava del primo test al mondo di guida autonoma in un ambiente urbano aperto al traffico, senza nessuno alla guida. La startup del professore ha poi continuato a crescere grazie anche al lancio nel marzo del 2014 di *Deeva*, un prototipo evoluzione di *Braive*, dotato di sensori, telecamere e laser in grado di garantire una copertura a 360°. Nel 2015 *VisLab* è stata ceduta per 30 milioni di dollari all'americana *Ambarella*, azienda quotata al *Nasdaq*, rappresentando una delle exit più ricche dell'anno per una startup italiana.

I passi in avanti fatti sono stati tanti, specie negli ultimi anni, tuttavia a mancare ancora era una classificazione chiara che andasse a regolare e definire puntualmente una categorizzazione dei veicoli a seconda dei differenti gradi di autonomia. A pensarci è stata la *SAE*, *Society of Automotive Engineers* (ente di normazione in campo aerospaziale, automobilistico e veicolistico fondato nel 1905), che ha definito cinque livelli di guida autonoma⁹ basati sulla maggiore o minore partecipazione umana alla guida del veicolo:

Livello 0 – Nessuna automazione. È la condizione tipica delle vetture del passato al volante delle quali il conducente deve occuparsi di tutte le manovre di guida, i sistemi di bordo presenti avvertono solo in caso di eventuali malfunzionamenti o situazioni di pericolo. Il livello zero si applica a tutte le automobili prodotte sino alla fine degli Anni '90.

⁹ Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, *SAE*, 2014.

Livello 1 – Guida assistita. Il conducente prende ogni decisione in merito a frenata, accelerazione e direzione, tuttavia, in determinate condizioni, l'auto controlla sterzo e velocità anche se non contemporaneamente. Il conducente mantiene la responsabilità totale della vettura ma nel guidare è supportato a livello informativo dai sistemi presenti. Rientrano nella categoria i veicoli con cruise control adattivo che permette di mantenere la distanza dal veicolo che precede attraverso frenate, accelerazioni e in alcuni casi anche gestendo la ripartenza.

Livello 2 – Automazione parziale. In questo caso si tratta di veicoli semi-autonomi in grado di gestire sterzo, accelerazioni e frenate in determinate condizioni. Pur rappresentando il primo vero esempio di integrazione tra intelligenza artificiale e pilota, l'essere umano rimane l'esclusivo responsabile della guida. In questa categoria troviamo, ad esempio, alcuni veicoli targati Audi, Mercedes o Volvo o le prime versioni di Tesla.

Livello 3 – Automazione Condizionata. Tale livello può essere considerato come il primo step di vera autonomia. L'auto è in grado di guidare da sola gestendo accelerazione, frenata e direzionalità con il conducente che ricopre un ruolo residuale in quanto interviene solo in situazioni problematiche o qualora la guida autonoma non sia possibile. Anche se spettatore, l'uomo deve essere sempre vigile e monitorare il traffico pronto ad intervenire in caso di pericolo. Primo esempio di veicolo di livello 3 messo in commercio è quello della Audi A8 con il Traffic Jam Pilot.

Livello 4 – Alta automazione. A differenza del livello precedente, anche il controllo del traffico è esclusivo del veicolo. La vettura guida totalmente in autonomia senza il bisogno di alcun input umano tuttavia il conducente può riprendere il controllo in qualsiasi momento. L'auto non può circolare autonomamente in ogni momento e condizioni ma solo quando ha a disposizione tutte le informazioni necessarie sull'ambiente circostante e sul percorso. In questa categoria rientrano i modelli più avanzati di Google ed Uber attualmente in fase di test.

Livello 5 – Guida interamente autonoma. Nell'ultimo livello di automazione non è prevista la presenza del conducente e l'auto si guida in assoluta autonomia gestendo tutti gli aspetti legati alla circolazione, persino in situazioni di emergenza. I comandi fisici come volante e pedaliera non sono necessari, anche se possono essere previsti a scomparsa. In questo momento nessun veicolo esistente rientra nella categoria ma rappresenta ancora un obiettivo da realizzare.

La storia della guida autonoma, come quella del settore automotive, è quindi lunga e ricca di tappe che ne hanno segnato lo sviluppo e molte altre sono quelle che dovranno essere percorse e che porteranno al quinto livello di automazione e alla mobilità sicura e senza traffico.

Anche da un punto di vista economico e sociale le potenzialità della guida autonoma sono considerevoli. Lo studio¹⁰ realizzato nel 2017 da *Strategy Analytics* per conto di *Intel* lo dimostra. Il mercato dei veicoli autonomi creerà grandi opportunità e il suo valore passerà dagli \$800 miliardi del 2035 (anno di riferimento dello studio) ai \$7 trilioni del 2050. Si stima inoltre che nel solo decennio tra il 2035 ed il 2045 circa 585.000 vite potrebbero essere salvate grazie all'uso di questi veicoli.

*Roman Zakharenko*¹¹ nel suo studio mostra come i grandi centri urbani cambieranno drasticamente a seguito dell'introduzione di questi veicoli. Il cambiamento osservato però risulta complesso e differenziato a seconda delle diverse zone della città. La domanda di parcheggi giornalieri si sposterà verso le periferie, permettendo così il riutilizzo dei milioni di metri quadrati dedicati per nuove aree verdi od attività economiche. La presenza dei veicoli autonomi e la contestuale riduzione dei costi di trasporto e del traffico porteranno poi all'espansione delle città. Le abitazioni che prima veniva considerate meno attraenti dai pendolari, a causa della loro distanza dai centri urbani, in futuro potrebbero diventare più appetibili in quanto le auto preleveranno le persone direttamente dalle loro case, le lasceranno in ufficio o in un altro luogo per poi andare a parcheggiare in un'area designata, il tutto in completa autonomia. Questa maggior desiderabilità si tradurrà poi in un aumento della domanda e dei valori immobiliari.

Riguardo al traffico veicolare, sebbene le proiezioni mostrino degli incrementi, questo non significherà necessariamente un aumento delle congestioni poiché ci si aspetta che i veicoli autonomi opereranno più efficientemente. Si verrà a creare, come la definisce *Intel*, una *passenger economy*, che include nella stima dei potenziali 7 trilioni di dollari anche il valore dei prodotti e dei servizi derivati dai veicoli ed i risparmi indiretti come il tempo. La tecnologia autonoma determinerà quindi cambiamenti in molteplici settori, a partire da quelli *business-to-business*. Il presidente di *Strategy Analytics*, *Harvey Cohen* (2017), co-autore dello studio, ritiene che “i veicoli autonomi appariranno inizialmente nei mercati sviluppati e reinventeranno settori come quelli della consegna dei pacchi e dei trasporti a lungo raggio. Ciò alleggerirà le carenze di conducenti, un problema cronico nel settore, e rappresenterà i due terzi dei ricavi inizialmente previsti”.

¹⁰ R. Lanctot, H. Cohen, *Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy*, Strategy Analytics, 2017

¹¹ R. Zakharenko, *Self-driving cars will change cities*, 2016.

Una delle previsioni più audaci afferma che i trasporti pubblici come li conosciamo oggi quindi treni, metropolitane, ferrovie leggere e autobus, verranno sempre meno utilizzati a favore di flotte di veicoli autonomi su richiesta. Gran parte delle entrate generate nella nuova economia saranno infatti realizzate proprio da questa mobilità *as-a-service*. Gli studi condotti ritengono che le persone si riverseranno sempre più nei sobborghi urbani determinando un aumento dei tempi di pendolarismo e il superamento della capacità delle infrastrutture di trasporto pubblico che non riusciranno a soddisfare a pieno le esigenze di mobilità dei consumatori. Le pressioni derivanti dalla crescente congestione del traffico e dalle emissioni inquinanti correlate costringeranno le autorità pubbliche a inserire stabilmente i veicoli autonomi come parte integrante dei piani di trasporto pubblico determinando così una spinta ulteriore all'adozione e all'accettazione di tale innovazione.

Parlando del tema della mobilità *as-a-service*, si stima che per il 2050 l'uso commerciale dei veicoli riuscirà a generare circa 3 trilioni di dollari di entrate, che corrisponde all'incirca al 43% del totale della *passenger economy*, mentre l'utilizzo da parte dei consumatori rappresenterà il 53%, che equivale a 3,7 trilioni di dollari. I restanti 200 miliardi di dollari di entrate (dei 7 trilioni totali stimati da *Strategy Analytics*) saranno risultato di nuove applicazioni e servizi.

Un'opportunità unica che le aziende dovranno sfruttare è rappresentata dal tempo che le persone risparmieranno una volta che non dovranno più guidare una macchina. Gli studi prevedono infatti un risparmio di tempo di pendolarismo di più di 250 milioni di ore all'anno nelle città più congestionate del mondo. Molto tempo libero che potrebbe essere utilizzato dalle aziende per sperimentare nuove forme di *advertising* che coinvolgano e intrattengano i passeggeri nei loro spostamenti. Mentre i consumatori sono ansiosi che vengano migliorate la produttività, la sicurezza e ridotto il traffico, i *marketer* guardano ai veicoli autonomi da una prospettiva diversa, essi li considerano infatti come il prossimo grande canale media.

Fino ad oggi, l'industria dell'auto ha esitato ad inserire nei propri mezzi le pubblicità, per paura di causare distrazioni e tutte le conseguenze del caso. Con l'automazione questo problema non sarà più presente. Il continuo avanzare della tecnologia renderà le auto un *hotspot* in movimento in grado di gestire interazioni, informazioni ed intrattenimento, una vera miniera di dati relativi ai consumatori, mentre la connessione 5G, 100 volte più veloce dell'attuale 4G, oltre a migliorare la connettività tra dispositivi, aprirà a nuove opportunità sia per i produttori che per i *marketer*.

Vedendo alcuni veicoli *concept* (vedi fig1-.9) presentati al pubblico, le auto del futuro potrebbero sembrare veri e propri salotti in movimento, pieni di schermi, simili a mini-centri di intrattenimento.

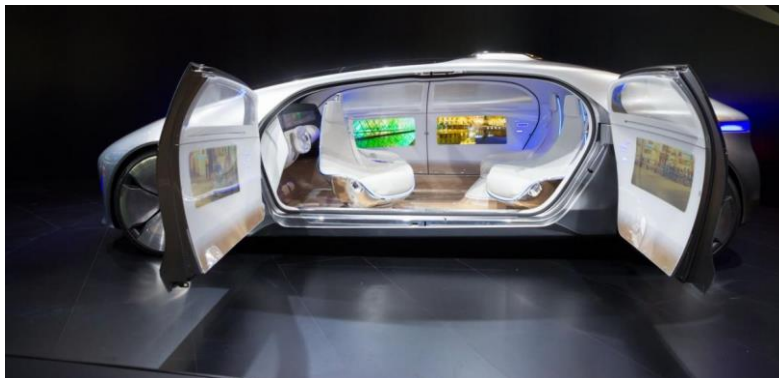


Fig. 1-9: *Concept di veicolo autonomo*

Forrester, una delle più grandi ed influenti aziende di ricerca al mondo, in un suo report¹² ritiene che bisognerà immaginarsi, almeno per le prime fasi, uno stile Las Vegas dove i finestrini appaiono opachi da fuori mentre all'interno sono schermi interattivi. Questi nuovi veicoli non si limiteranno a conferire maggiori possibilità di consumo di contenuti pubblicitari bensì daranno anche l'opportunità di raggiungere il consumatore in tempo reale.

In futuro, le auto autonome elaboreranno grandi quantità di dati quali destinazioni attuali e passate, velocità di viaggio, dati demografici e biometrici dei passeggeri, condizioni meteorologiche attuali e future, condizioni del traffico e punti di riferimento o luoghi commerciali vicini. Tutte informazioni che gli uomini di marketing potranno usare per raggiungere livelli senza precedenti di precisione nella targettizzazione dei consumatori. *General Motors (GM)* a proposito gioca d'anticipo stipulando una *partnership*, con il sistema di intelligenza artificiale dedicato all'*e-commerce*, *IBM Watson*, che le permetterà di inviare messaggi personalizzati ai guidatori che utilizzeranno il sistema *OnStarGo*. La vettura sarà quindi più consapevole di ciò che la circonda e potrà collegarsi agevolmente con i servizi che si trovano nelle vicinanze.

Per fare un esempio, si può prendere in considerazione ciò che presto potrebbe essere possibile fare, da una prospettiva del marketing, per una catena di caffè.

¹² L. Koetzle, C. A. Doty, *Autonomous Vehicles Will Reshape the Global Economy*, Forrester, 2017.

Un passeggero che si trova in una auto autonoma passa ogni mattina mentre va a lavoro nei pressi di un *store* di una famosa catena di cui possiede l'app ufficiale. Quando l'auto è vicino al locale l'utente viene localizzato e gli viene chiesto di fermarsi a ritirare un latte di soia medio, suo ordine abituale. Se l'individuo conferma, l'auto viene automaticamente indirizzata verso lo *store* dove il caffè è pronto per essere ritirato allo sportello mentre il pagamento è già stato elaborato ed effettuato tramite app. Un altro esempio è quello del supermercato che, conoscendo le abitudini dei consumatori, è in grado di indirizzare contenuti di cucina e condividendo al contempo un'offerta sugli ingredienti. Se invece i dati biometrici del passeggero mostrano che questo generalmente è troppo affamato per aspettare, a lui o lei potrebbero essere indirizzate pubblicità e offerte per ristoranti nelle vicinanze. Sempre per quanto riguarda il rientro a casa un *network*, un servizio *pay tv* o di *streaming* potrebbero inviare messaggi relativi alle programmazioni basandosi sulle preferenze storiche del guidatore.

Se da un lato le opportunità saranno numerose, anche le sfide non saranno da meno. Dopo lo scandalo *Cambridge Analytica – Facebook*, i temi relativi alla *privacy* e alle quantità di dati condivise dagli utenti sono diventati molto delicati. Le aziende dovranno quindi affrontare con attenzione la gestione ed il trattamento dei dati dei propri clienti e si dovranno impegnare a dimostrarne la tutela. Il rischio però che l'utente finale rilasci troppe informazioni sensibili rimane alto a causa del fatto che il web, nel suo continuo evolvere e svilupparsi, ha causato nella maggior parte degli utenti una perdita progressiva del concetto stesso di *privacy*. Spesso le persone non considerano il valore delle informazioni che cedono pur di utilizzare app o social, e di come queste possono essere riutilizzate dalle aziende per fini diversi. In aiuto degli utenti arriveranno però le nuove norme del *GDPR*, nuovo codice della *privacy*, che impongono, con regole stringenti ed elevate sanzioni, una più sicura protezione dei dati. Le aziende che non si impegneranno a fondo sulla sicurezza dei dati quindi rischieranno multe, che possono arrivare fino a decine di milioni di euro, e forti colpi alla propria *brand reputation* viste le politiche di tolleranza zero verso le *big company* in tema di *cybersecurity*.

Le auto a guida completamente autonoma avranno un impatto tale da rappresentare un cambiamento paragonabile a quello che avvenne al passaggio dalla carrozza trainata dai cavalli ai veicoli a motore. Una pianificazione per un futuro all'insegna di tali veicoli risulta quindi cruciale. La domanda non è più se, ma quando tutti i veicoli in circolazione diventeranno completamente autonomi. Le implicazioni sono di così ampia portata che i legislatori dei singoli paesi devono iniziare a pianificare e regolamentare già adesso.

Le decisioni e gli investimenti in pianificazione territoriale e in nuove infrastrutture adottati oggi determineranno lo sviluppo dei paesi e delle città per i decenni a venire. La capacità di adottare i veicoli autonomi sarà proprio una delle principali sfide che dovranno essere affrontate dai singoli paesi. Per approfondire ed analizzare questo tema la società di consulenza professionale *KPMG*, in un suo studio¹³, ha ideato l'*AVRI, Autonomous Vehicles Readiness Index*.

Attraverso l'indice la società è stata in grado di valutare la preparazione di 20 paesi nell'introduzione dei veicoli a guida autonoma, mettendo in evidenza le *best practice* in grado di accelerarne l'adozione. Quello di *KPMG* è il primo studio che esamina i paesi da un punto di vista del progresso e della capacità di adattamento alla tecnologia. Quattro gli elementi valutati dall'indice che sono politica e legislazione, tecnologia e innovazione, infrastruttura ed infine accettazione del consumatore. Secondo lo studio, tra i paesi più preparati vi sono Paesi Bassi, Singapore e Stati Uniti (vedi fig.1-10) con il primo che ha ottenuto punteggi elevati in tutti e quattro gli elementi presi in considerazione e i cui punti di forza sono l'accettazione capillare delle auto elettriche, un'alta densità di stazioni di ricarica, una rete di telecomunicazioni strutturata e una lunga serie pianifica di test su strada di veicoli autonomi.

Overall rank	Country	Total score	Policy and legislation		Technology & innovation		Infrastructure		Consumer acceptance	
			Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score
1	The Netherlands	27.73	3	7.89	4	5.46	1	7.89	2	6.49
2	Singapore	26.08	1	8.49	8	4.26	2	6.72	1	6.63
3	United States	24.75	10	6.38	1	6.97	7	5.84	4	5.56
4	Sweden	24.73	8	6.83	2	6.44	6	6.04	6	5.41
5	United Kingdom	23.99	4	7.55	5	5.28	10	5.31	3	5.84
6	Germany	22.74	5	7.33	3	6.15	12	5.17	12	4.09
7	Canada	22.61	7	7.12	6	4.97	11	5.22	7	5.30
8	United Arab Emirates	20.89	6	7.26	14	2.71	5	6.12	8	4.79
9	New Zealand	20.75	2	7.92	12	3.26	16	4.14	5	5.43
10	South Korea	20.71	14	5.78	9	4.24	4	6.32	11	4.38
11	Japan	20.28	12	5.93	7	4.79	3	6.55	16	3.01
12	Austria	20.00	9	6.73	11	3.69	8	5.66	13	3.91
13	France	19.44	13	5.92	10	4.03	13	4.94	10	4.55
14	Australia	19.40	11	6.01	13	3.18	9	5.43	9	4.78
15	Spain	14.58	15	4.95	16	2.21	14	4.69	17	2.72
16	China	13.94	16	4.38	15	2.25	15	4.18	15	3.13
17	Brazil	7.17	20	0.93	18	0.86	19	1.89	14	3.49
18	Russia	7.09	17	2.58	20	0.52	20	1.64	18	2.35
19	Mexico	6.51	19	1.16	17	1.01	17	2.34	19	2.00
20	India	6.14	18	1.41	19	0.54	18	2.28	20	1.91

Fig. 1-10: AVRI overall rank

¹³ R. Threlfall, Autonomous Vehicles Readiness Index, KPMG, 2018.

Nel complesso risulta come lo sviluppo economico di un paese sia fortemente correlato alla preparazione all'adozione dei veicoli autonomi. Investimenti ed innovazione saranno la chiave ed eventuali *partnership*, volte a rimuovere barriere normative o ad organizzare strutture dedicate. Tali accordi non potranno che accelerarne lo sviluppo contribuendo allo stesso tempo a garantire il raggiungimento degli obiettivi, gli interessi dei privati, che stanno investendo in ricerca e sviluppo e delle autorità pubbliche che vedono nella guida autonoma un mezzo per ottenere grandi benefici sia economici che sociali.

Non solo trasporto pubblico e privato, dove verrà applicata la guida autonoma

Le tante aziende e startup che stanno investendo nella ricerca e nello studio della guida autonoma non si stanno concentrando esclusivamente sul trasporto privato e quello pubblico. Le applicazioni sono tantissime e in questa sezione andremo ad analizzare alcune di quelle che avranno grande impatto sulla vita delle persone.

Prima delle auto private, dei mezzi pubblici o dei taxi, a veder introdotta la guida autonoma potrebbe essere la categoria degli autotrasportatori. Il motivo è semplice, essi guidano per la maggior parte del tempo in ambienti controllati come le autostrade, meno complesse da gestire rispetto agli ambienti urbani, che nel breve periodo verranno dotate di tutte quelle tecnologie necessarie a supportare la guida autonoma. L'introduzione significherà trasporti più affidabili, meno incidenti e una maggior sicurezza per i guidatori, oltre ai grandi risparmi sui costi. Unico neo è la probabile perdita di posti di lavoro che colpirà l'intero settore, il quale solo negli Usa occupa circa 3,5 milioni di persone.

Sono molti gli studi che sostengono drastiche riduzioni del numero di autotrasportatori a causa dell'introduzione dei veicoli autonomi. Tra questi approfondimenti ci sono l'analisi effettuata dall'amministrazione *Obama* nel 2016 che stima una perdita che può arrivare fino all'80% dei 3,5 milioni di occupati o quella di *Goldman Sachs* che prevede una perdita di posti pari a 25 mila individui al mese o 300 mila l'anno, il *McKinsey Global Institute* ritiene che saranno 1 milione e mezzo i posti di lavoro persi nei prossimi 10 anni e l'*International Transport Forum* che propone una cifra vicina ai 2 milioni tra autotrasportatori americani ed europei entro il 2030. L'impatto sull'occupazione in realtà potrebbe essere molto più alto a causa dell'indotto che gira attorno a sistema dell'autotrasporto come le stazioni di rifornimento, bar e ristoranti, motel e punti di ristoro.

Contro tendenza *Uber* che sostiene come la diffusione dei suoi mezzi autonomi porterà invece ad un aumento dei posti di lavoro. Per i dirigenti della azienda americana, in futuro i camion si guideranno sì da soli ma principalmente nelle autostrade mentre i conducenti umani subentreranno nelle ultime miglia attraverso i complessi contesti urbani ed industriali. Quindi il camion completerà l'uomo e non lo sostituirà. L'azienda, contrariamente alle altre previsioni, ritiene che la domanda di autotrasportatori aumenterà e questo proprio per via della efficienza dei camion autonomi. Una maggior efficienza significherà minori costi di trasporto e quindi un aumento della domanda con conseguente incremento del volume degli affari. Un effetto a catena che porterà a nuovi camion ed autotrasportatori (vedi fig. 1-11).

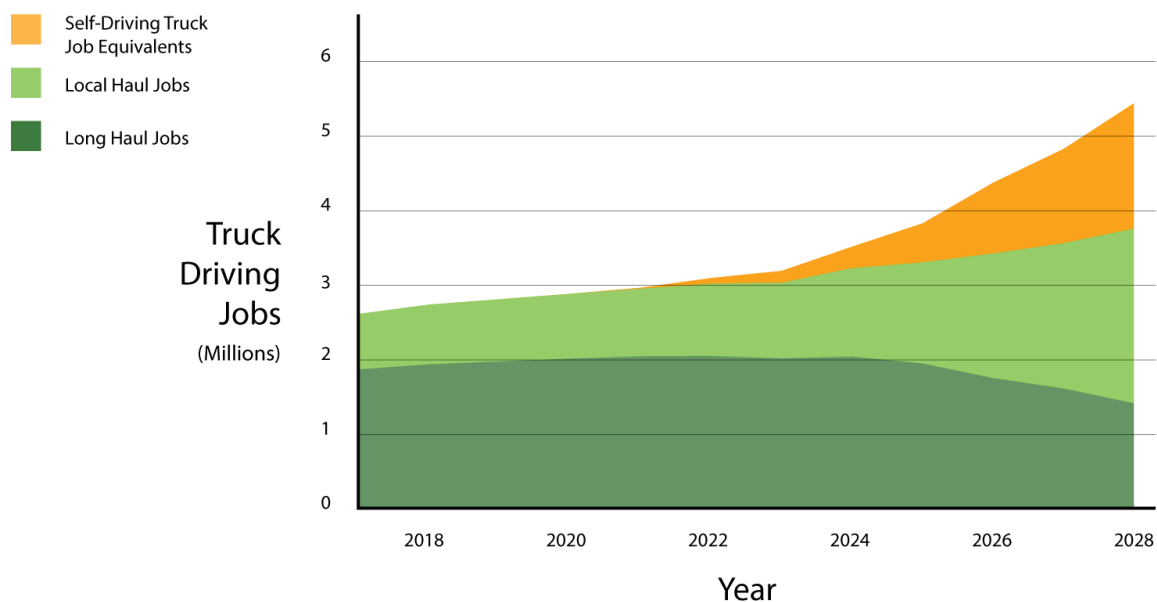


Fig. 1-11: Crescita posti di lavoro stimolata dai camion a guida autonoma targati *Uber*

Indipendentemente dai punti di vista rimane il fatto che i veri effetti dell'introduzione dei veicoli a guida autonoma sull'occupazione saranno chiari solo tra molti anni, questo per via dei ritardi legati all'introduzione dell'adeguata regolamentazione da parte degli stati e alla lenta adozione da parte delle persone. Tornando ai camion autonomi, sono diverse le aziende e le startup che stanno investendo e a spiccare ci sono *Google* con la controllata *Waymo* e *Uber* con la sua *Otto*.

Forte di più di 5 milioni di chilometri percorsi da vetture su strada e oltre 5 miliardi di km con i simulatori, *Waymo* dal giugno 2017 ha deciso di dedicarsi anche ai mezzi pesanti adattando i propri sistemi di guida automatizzata a bordo di tali veicoli. Dopo soli 9 mesi di test su brevi tratti stradali, l'azienda ha presentato i propri tir a guida autonoma che verranno impiegati in un test pilota per le consegne presso i *data center* di *Google* ad Atlanta, Georgia. I mezzi si muoveranno in completa autonomia tuttavia, in caso di emergenza, è presente personale esperto sempre pronto ad intervenire. L'obiettivo è utilizzarli per la logistica interna, testandone nel frattempo, il funzionamento. Come *Google* anche *Uber* si è interessata dal 2016 a questo settore acquistando per 680 milioni di dollari *Otto*, società americana di tecnologia *self driving* sui tir con sede a San Francisco, California. La flotta è composta di quindici camion e l'obiettivo è quello di utilizzarli, nell'arco di due anni, per le consegne nei grossi magazzini e negozi americani.

Anche tra le startup sono diverse quelle che si occupano di rendere autonomi i camion, una di queste è *Embark* la quale gestisce la più lunga rotta merci automatizzata al mondo e basa il proprio lavoro su reti neurali e *deep learning*. La startup ha sviluppato sistemi che permettono il funzionamento in caso di pioggia e nebbia e la navigazione in sicurezza in autostrada. Altra startup che si sta facendo notare per i suoi progressi è la cinese *TuSimple* la quale lo scorso giugno, con uno dei suoi camion a guida autonoma, ha stabilito un nuovo record effettuando 200 miglia nel tratto compreso tra Yuma, in Arizona, fino a San Diego, in California. L'azienda ha lavorato su sofisticati algoritmi di *deep learning* ed effettuato contestualmente milioni di miglia di percorsi simulati che consentono al camion di prendere decisioni in tempo reale a seconda delle informazioni sulla strada, della sua velocità e dell'angolazione degli altri veicoli. L'ultima novità invece arriva da Singapore e si chiama *platooning*. Il sistema, sviluppato e testato dalla svedese *Scania* in collaborazione con la giapponese *Toyota* nella città-stato asiatica, prevede una sorta di carovana dove un camion guidato da una persona è seguito da una fila di mezzi a guida autonoma.

Ma se i camion autonomi, da impiegare sulle autostrade di tutto il mondo, sono ancora in fase di sperimentazione, la stessa cosa non vale per quelli che invece già oggi vengono impiegati in molte miniere e cave. In alcune remote regioni australiane, ricche di miniere di ferro, sono sempre più i mezzi autonomi che si spostano e che operano da sé. La compagnia mineraria *Rio Tinto* ad esempio possiede 73 camion, delle dimensioni di piccole case a due piani, forniti dalla giapponese *Komatsu*, in grado di trasportare 24 ore su 24 il minerale di ferro in quattro miniere del nord-ovest australiano. I veicoli operano autonomamente utilizzando sistemi GPS di precisione, sensori radar e laser.

Rob Atkinson (2017), capo della produttività dell'azienda, ritiene che afferma mezzi *“hanno dimostrato di essere circa il 15% più economici rispetto ai veicoli guidati da esseri umani”*, un risparmio notevole in un settore dove il trasporto merci è tra le più alte voci di costo. Altro esempio è rappresentato dalla *Suncor Energy*, la più grande compagnia petrolifera canadese. L'azienda ha annunciato ad inizio 2018 di voler sostituire, nell'arco di sei anni, 400 camionisti con altrettanti camion autonomi. Al momento la flotta dell'azienda è dotata di nove camion che spostano autonomamente il materiale da costruzione in un sito di lavoro in Alberta. Anche qui i camion sono programmati per eseguire compiti specifici 24 ore al giorno *no-stop*. Oltre ad essere più proficui in termini lavorativi questi veicoli limiteranno sia costi che incidenti.

Ma non ci sono solo i camion intelligenti nel futuro dell'automazione. Se auto, autobus e camion sono i mezzi più chiacchierati a livello mondiale, alcune aziende sottotraccia stanno lavorando invece su altri tipi di mezzi. Le navi merci ad esempio sono molto avanti rispetto ai mezzi su gomma per via del fatto che computer e strumenti digitali fanno ampiamente parte della plancia di comando ormai da tempo e per la natura stessa del traffico marittimo, che a differenza di quello su strada ha molte meno variabili da considerare. Più esperti sono convinti che per le navi entro il 2020 la guida autonoma sarà una realtà. Queste imbarcazioni non avranno bisogno di alcun equipaggio e sfrutteranno strumenti come il GPS, il radar, videocamere e sensori di bordo per orientarsi ed evitare gli ostacoli lungo il percorso. Inizialmente i comandi saranno gestiti, mediante maxischermi e joystick, ancora dal comandante che si trova a terra, poi progressivamente nel giro di qualche anno anche questo lascerà il posto all'intelligenza artificiale.

Gli Stati Uniti nel 2018 vareranno la *Sea Hunter*, la prima imbarcazione militare a guida totalmente autonoma che si occuperà di scandagliare i fondali in cerca di sottomarini nemici nel Pacifico; la Norvegia, che è già dotata di una nave dedicata al trasporto via mare senza equipaggio, entro la fine dell'anno dovrebbe vararne un altro che si occuperà di trasportare container di fertilizzante lungo un tratto di 60 chilometri togliendo così dalla strada circa 40 mila camion, ed infine il Giappone che entro il 2025 ha intenzione di tagliare i costi del trasporto commerciale per gli Stati Uniti dotandosi di navi cargo autonome in grado di raggiungere la costa ovest statunitense attraversando autonomamente il Pacifico.

I vantaggi sono molteplici come la minor necessità di personale di bordo, un'autonomia più lunga e la possibilità di scegliere le rotte più brevi anche in caso di forte maltempo. Gli unici dubbi risiedono nelle normative che dovranno essere aggiornate dall'*Organizzazione Marittima Internazionale* che dovrà regolare la tutela della sicurezza delle imbarcazioni che andranno ad incrociare quelle senza pilota.

Anche l'agricoltura secondo *Andrea Leonardi*, direttore di *New Holland Agriculture* per il mercato italiano, sarà influenzata dalla guida autonoma. L'azienda, leader nel mondo nella produzione di macchine agricole, punta da anni alla diffusione di una agricoltura di precisione in grado di aumentare la produttività e ridurre gli sprechi. Dal trattore a guida satellitare si passerà a quello completamente autonomo in grado di raggiungere i campi e lavorare in collaborazione con altre macchine robotizzate. Ad oggi la tecnologia ha un elevato impatto sui costi per cui viene adottata soprattutto da imprenditori professionali, tuttavia il ministero dell'Agricoltura italiano ha posto come obiettivo quello di arrivare entro il 2021 al 10% della superficie agricola italiana coltivata con le tecnologie legate all'agricoltura di precisione.

Guardando al settore delle consegne non si può non menzionare una sperimentazione tutta italiana. Si tratta di *Yape (Your autonomous pony express)*, il *pony express* del futuro realizzato in Italia che consegna in modo completamente autonomo. Presentato a fine 2017, il piccolo robot a due ruote è alimentato elettricamente ed è in grado di destreggiarsi tra i marciapiedi ed attraversare la strada il tutto con una autonomia di circa 80 km. Nato nei laboratori dell'italiana *e-Novia*, è stato realizzato da un gruppo di ricerca composto da oltre 70 ingegneri e punta a rivoluzionare il mondo delle consegne urbane grazie alla possibilità di trasportare fino a 70 kg e raggiungendo i 6 km/h lungo marciapiedi o vicoli e i 20 km/h se invece si trova su piste ciclabili. Il tutto è gestito dall'utente che richiede il servizio tramite una app che gli permette di chiamare il robot sotto casa e di affidargli direttamente il pacco. Sia partenza che consegna sono garantiti da un sistema di riconoscimento facciale e di credenziali via smartphone che permettono l'apertura del vano. Lungo 60 cm, largo 70 cm e con un peso di 15 kg, *Yape* è dotato di quattro sensori che gli permettono di arrivare a vedere fino a 35 metri di distanza. Può inoltre dialogare con i sensori installati in città e monitorare così flussi di traffico e la viabilità. L'obiettivo è quello di contribuire alla riduzione dell'impatto generato dalla distribuzione di prodotti in città prese d'assalto da veicoli che causano inquinamento e congestione.

Non potevano mancare le applicazioni in ambito militare. Oltre alla già citata *Sea Hunter*, gli Stati Uniti si preparano a lanciare gli *Humvee* che guidano e sparano da soli. L'*Humvee* è il veicolo militare da ricognizione adottato dall'esercito statunitense sin dalla fine degli anni '70 e inizio anni '80. Al momento si stanno effettuando dei test su due veicoli, denominati *Wingman*, dotati di mitragliatrice a controllo remoto che in futuro potranno verranno utilizzati nelle missioni più pericolose. Si tratta di uno dei primi progetti con tecnologia autonoma adottati dall'esercito americano e prevede l'utilizzo di due *Humvee*, uno con equipaggio mentre l'altro a guida autonoma. A bordo del primo si trovano tre soldati che hanno il compito di gestire il veicolo autonomo, uno si occupa di individuare i bersagli, un altro preme il grilletto mentre l'ultimo prende il controllo del veicolo in caso di bisogno. L'arma a bordo è un *Aras*, una mitragliatrice di 185 kg in grado di sparare fino 1.500 colpi in meno di 5 minuti e il cui sistema di aggancio remoto è in grado di rilevare automaticamente i bersagli in vista.

L'obiettivo è quello di sfruttare le potenzialità di questi mezzi nelle missioni in cui la percentuale di rischio è maggiore, come ricognizioni o sopralluoghi in campo aperto. Testato per la prima volta in Michigan su un campo minato, il mezzo aveva il compito di fornire protezione agli ingegneri che si occupavano di disinnescare le mine, in futuro sono previsti ulteriori sperimentazioni con equipaggiamento diversificato. Lo scenario che si viene a delineare è quasi da film di fantascienza ed ha suscitato non poche preoccupazioni e perplessità. L'esercito americano ha voluto però rassicurare tutti dichiarando che sarà sempre l'essere umano ad avere il controllo della situazione e a decidere ed autorizzare l'arma a fare fuoco. Il robot infatti individua il bersaglio e ne condivide informazioni e coordinate in attesa del permesso a sparare.

Non si possono non citare infine gli investimenti fatti nella ricerca e nello sviluppo di quei taxi volanti a guida autonoma che presto vedremo sfrecciare sopra di noi, impegnati in brevi tragitti come quelli percorsi dai taxi tradizionali. Sono molti i prototipi sviluppati e presentati in questi ultimi anni, tuttavia, ad essere considerati più avanti nella realizzazione sono la cinese *Ehang*, la compagnia finanziata da *Larry Page* co-fondatore di *Google*, *Kitty Hawk* ed infine la *CityAirbus* del noto costruttore di aeromobili *Airbus*. La prima realizza un taxi-drone, che l'azienda cinese ha presentato per la prima volta al *CES 2016 (Consumer Electronics Show)*, dalle dimensioni simili a quelle di un elicottero. Si tratta di un quadricottero in fibra di carbonio alimentato dall'energia elettrica che è in grado di raggiungere i 100 km/h. Unico neo è la batteria che al momento ha una durata di soli ventisette minuti.

Il velivolo può essere utilizzato da chiunque in quanto è a guida autonoma perciò si dovrà solo entrare all'interno ed impostare la rotta, lasciando tutto il resto al drone. La società dichiara di aver effettuato con successo più di mille test di volo, con passeggeri a bordo, riuscendo a sperimentare tutte le possibili condizioni ambientali ed atmosferiche. Tra le sfide affrontate vi sono un volo di 15 km, una prova di peso di 230 kg a bordo, una velocità di crociera di 130 km/h ed una salita verticale di 300 metri. Diversi anche i test svolti in condizioni atmosferiche particolarmente avverse come nebbia, notte, alte temperature e in presenza di un tifone simulato di categoria 7. Dopo i test in Cina, l'azienda ha siglato un accordo sia con lo stato del Nevada che con l'autorità dei trasporti di Dubai così da avviare la sperimentazione pure in quei paesi.

Come l'*Ehang 184*, molto avanti nei test troviamo *Cora*, il taxi volante ideato dalla *Kitty Hawk*, compagnia finanziata dal co-fondatore di *Google*. L'azienda, che ha svolto numerosi test in Nuova Zelanda con l'avallo del governo, ha realizzato un velivolo elettrico volante e con una autonomia di 100 km, in grado di alzarsi verticalmente come un elicottero, grazie a dodici piccoli rotori posizionati sulle ali, per poi passare al volo proprio come un aereo. L'obiettivo dichiarato è quello di dotare la Nuova Zelanda di taxi volanti entro tre anni.

Infine, presentato la prima volta nel 2016, *CityAirbus* è il quadricottero autonomo della nota *Airbus* che dà la possibilità, a quattro persone alla volta, di evitare il traffico cittadino. Si tratta di un velivolo attrezzato con quattro grandi rotori elettrici in grado di decollare ed atterrare verticalmente spostandosi da un grattacielo all'altro grazie ad una particolare configurazione a quattro vie dell'elica, che permette di migliorare significativamente la sicurezza e ridurre le emissioni acustiche. Il volo inaugurale dovrebbe avvenire nel 2018 ed è previsto che per i primi anni, o almeno fino al 2023, data in cui è prevista la commercializzazione, sul velivolo vi sarà sempre un pilota a bordo, questo non per ragioni di sicurezza, ma più per una questione di accettazione da parte dell'opinione pubblica.

In conclusione, al momento le leggi vigenti non permettono un utilizzo reale dei taxi volanti, tuttavia le sperimentazioni stanno ottenendo buoni risultati e commenti positivi. Si tratta di un processo lento ma una volta sbloccata la burocrazia e adattate le leggi al nuovo contesto potremo assistere ad un passo in avanti verso la mobilità autonoma nei cieli di tutto il mondo.

Capitolo 2: Chi si distingue nello sviluppo della guida autonoma

Il capitolo si prefissa l'obiettivo di individuare i principali *player* che stanno investendo nello sviluppo della guida autonoma ed analizzare i passi in avanti fatti per il raggiungimento della mobilità di livello 5. Oggi la guida autonoma è al centro dell'attenzione e sono molte le aziende e le startup che hanno deciso di investire, con alcuni che spiccano più di altri per via dei loro progressi e della loro capacità innovativa. Infine, nel capitolo verrà approfondita la situazione dell'Italia e il modo in cui sta approcciando al nuovo concetto di mobilità.

Waymo

Waymo è una azienda che sviluppa tecnologia self-driving la cui *mission* è quella di rendere gli spostamenti sicuri e semplici per tutti, senza il bisogno di nessuno al posto del guidatore. Nata nel 2009, inizialmente faceva parte del progetto di sviluppo di auto a guida autonoma di *Google*, mentre nel 2016 fu resa indipendente ed annunciata come sussidiaria di *Alphabet*, la holding di cui fanno parte *Google Inc.* e le altre controllate. Sin dagli inizi, l'azienda ha chiarito che non si sarebbe occupata della produzione e della distribuzione di massa dei veicoli, ma che avrebbe lavorato con diversi produttori di automobili affermati nel mondo integrando la propria tecnologia di guida autonoma nei loro mezzi. Dal 2009, la flotta di Waymo ha percorso più di 5 milioni di miglia di cui la maggior parte in complesse strade cittadine, per non parlare poi delle miglia svolte sul simulatore che solo nel 2017 sono state 2,7 miliardi. Ogni settimana sono 25 mila le miglia percorse su strada in completa autonomia.

I test reali vengono svolti in più location negli Stati Uniti, ogni giorno sperimentando diversi tipi di condizioni ambientali ed atmosferiche così da istruire le auto a guidare in modo sicuro e confortevole ed affrontare al meglio ogni situazione. I veicoli di Waymo sono in grado di fare tutto ciò grazie alla loro dotazione di sensori *Lidar*, il quale verrà approfondito nel capitolo successivo, e il software in grado di individuare e prevedere il comportamento di pedoni, ciclisti, veicoli, la presenza di lavori stradali e altro ancora in un'area che può comprendere tre campi da football, il tutto a 360°. Ma non è solo la tecnologia sviluppata dall'azienda ad essere alla base del successo. Molto importanti per il loro progresso sono state le numerose collaborazioni con i principali *brand* che si sono susseguite nel corso degli anni.

La prima collaborazione è stata con la *Toyota*, che ha messo a disposizione delle *Prius* utilizzate inizialmente in completa autonomia su dieci rotte da 100 miglia ciascuna. Nel 2012 è stata aggiunta alla flotta la *Lexus RX450* che ha contribuito ai test di guida autonoma sulle autostrade con a bordo i collaudatori. Alcuni dipendenti *Google* venivano invitati a testare questi veicoli nel fine settimana o nei viaggi di lavoro. Poco tempo dopo i test sarebbero iniziati pure nelle complesse strade cittadine. *Steve Mahan*, del *Santa Clara Valley Blind Center*, cieco al 90%, è stato il primo cittadino comune a fare un giro di prova al posto di guida, sempre però accompagnato da un collaudatore.

Nel 2015 fu realizzato da zero il prototipo *Firefly*, un veicolo cin grado rappresentare un nuovo concetto di mobilità autosufficiente (vedi fig.2-1). Il veicolo è dotato di sensori, computer, sterzo e impianto frenante personalizzati ma nessun volante o pedali. *Steve Mahan* fu nuovamente chiamato però in questo caso per la prima corsa al mondo completamente autonoma su strade pubbliche.



Fig.2-1: il prototipo *Firefly*

Nel 2017 ci fu l'ingresso nella flotta della *Chrysler Pacifica*, il minivan ibrido di casa *FCA* (vedi fig.2-2). Si tratta del primo veicolo costruito su una piattaforma di produzione di massa con una *suite hardware* completamente integrata, recentemente progettata da *Waymo* in vista dell'obiettivo della piena autonomia. Le *Pacifica* sono impiegate, in test senza nessuno al posto di guida, sulle strade pubbliche di 25 città americane. Sempre nel 2017 è stato avviato con questi veicoli, il *Waymo's early rider program* il quale permette ai cittadini dell'area metropolitana di Phoenix di utilizzare i veicoli a guida autonoma per raggiungere l'ufficio, la scuola o il cinema per poi condividere impressioni e idee sull'esperienza di viaggio. Lo scopo è anche quello di diffondere consapevolezza in merito alla tecnologia, ridurre le paure ed incertezze delle persone convincendole della sicurezza, affidabilità e robustezza delle loro auto.



Fig. 2-2: La FCA Chrysler Pacifica della Waymo

Un'ultima collaborazione è stata realizzata agli inizi del 2018 con la *Jaguar*. Una partnership che darà vita al primo veicolo elettrico *premium* e *self-driving* al mondo, la *Jaguar I-Pace* i cui test partiranno già quest'anno. La flotta nei primi due anni arriverà a contare i venti mila veicoli in modo da poter effettuare un milione di viaggi in una tipica giornata. L'unione con la *Jaguar* darà modo di ampliare l'offerta dell'azienda e raggiungere l'obiettivo desiderato.

Waymo infatti a breve potrà dar vita ufficialmente al suo servizio taxi, da sempre suo obiettivo principale, poiché ha ottenuto il via libera dallo stato dell'Arizona per svolgere attività di trasporto passeggeri su strade pubbliche. L'azienda come riportato sopra sta ancora sperimentando i propri mezzi tuttavia per voce di *Ruth Porat*(2018), numero uno delle finanze di *Alphabet*, “*intraprendiamo tutti i passi necessari per trasferire su strada i nostri servizi commerciali già nel corso di quest'anno*”. Lo stato dell'Arizona non è stato scelto a caso, il paese è unico in quanto ha una normativa più permissiva, una migliore manutenzione delle strade e un clima favorevole, tutte cose che hanno permesso ai tecnici di ottimizzare al meglio il funzionamento dei veicoli. Il servizio dovrebbe debuttare entro la fine del 2018 ma non verrà gestito direttamente dall'azienda, grazie agli accordi con *Avis* e *AutoNation* queste aziende si occuperanno del parco auto.

Come già accennato nel primo capitolo, *Waymo* non si occupa esclusivamente dello sviluppo della guida autonoma nei veicoli privati ma anche nei mezzi pesanti. Il 9 marzo 2018 ha quindi annunciato il debutto dei propri camion a guida autonoma sulle strade di Atlanta, uno dei più importanti hub logistici degli Stati Uniti, che vanno a competere con quelli della rivale *Otto*, controllata da *Uber*.

I mezzi sono dotati della stessa tecnologia integrata sulle *Pacifica* fornite da *FCA* e faranno parte di un programma pilota in collaborazione con *Google* che pone l'attenzione sullo sviluppo di soluzioni automatizzate per una migliore gestione della logistica. I camion viaggeranno in alcuni tratti senza l'intervento dell'autista che sarà sempre presente in cabina per motivi di sicurezza.

Tesla

Tesla Inc. è un'azienda fondata nel 2003 su idea di *Martin Eberhard* e *Marc Tarpenning* dopo che *GM* aveva deciso di richiamare e di sbarazzarsi delle sue auto elettriche. Inizialmente chiamata *Tesla Motors*, l'azienda si è specializzata nella produzione di veicoli elettrici, di pannelli fotovoltaici e sistemi di stoccaggio di energia pulita. L'azienda ha questo nome in onore nel noto inventore *Nikola Tesla*. Nel 2004 *Elon Musk* entra come investitore principale ed assume la carica di *CEO*. La prima auto realizzata fu la *Tesla Roadster* (vedi fig.2-3), un'auto completamente elettrica in grado di coprire 340 km con una sola ricarica.

Ad inizio 2018 ha fatto notizia l'esemplare di *Roadster* lanciato in orbita a bordo del razzo *Falcon Heavy* della compagnia *SpaceX*, anche in questo caso di proprietà di *Elon Musk*, il quale compirà un viaggio verso Marte. Successivamente alla *Roadster* sono stati realizzati altri 3 modelli, la *Model S*, la *Model X* e l'ultima arrivata *Model 3*. I veicoli, e la maggior parte dei componenti, vengono prodotti in California nello stabilimento di Fremont e possiedono tutti la dotazione hardware necessaria per la guida autonoma. Oltre a questo, i veicoli hanno otto videocamere che permettono una visibilità a 360° attorno all'auto in un raggio di 250 metri, dodici sensori ad ultrasuoni completano poi il sistema di visione consentendo il rilevamento accurato degli oggetti.



Fig. 2-3: prima generazione di Tesla Roadster

Un avanzato sistema radar infine fornisce ulteriori dati sull'ambiente circostante anche in caso di pioggia forte, nebbia e polvere. A gestire questa moltitudine di informazioni è stato realizzato un computer di bordo, sviluppato dalla stessa *Tesla*, basato su reti neurali. Come detto in precedenza tutti i veicoli sono forniti della tecnologia necessaria per la guida autonoma. I veicoli utilizzano il sistema *Autopilot* per adeguare la velocità alle condizioni del traffico, restare all'interno di una corsia, cambiare corsia senza l'intervento del conducente, uscire autonomamente dall'autostrada, parcheggiare in uno spazio libero od entrare ed uscire dal garage di casa.

Il sistema funziona molto semplicemente, basta salire a bordo, dire dove si vuole andare e il veicolo vi si dirigerà calcolando l'itinerario migliore, percorrendo strade urbane, autostrade e attraversando incroci o rotatorie senza alcun problema. Se non si dice nulla il sistema cercherà nel calendario l'ubicazione dell'appuntamento previsto e lo raggiungerà. In assenza di appuntamenti l'auto si recherà a casa. Una volta giunto a destinazione si può inserire la modalità di ricerca autonoma del parcheggio, successivamente con un semplice clic sull'app del telefono la macchina poi tornerà di fronte all'abitazione.

Non tutte le funzionalità sono ancora disponibili poiché è necessaria l'autorizzazione delle autorità competenti, tuttavia il sistema di guida semi-autonoma può essere utilizzato liberamente. Il conducente deve essere però sempre vigile e attivo, in modo da intervenire in qualsiasi di necessità. *Tesla* si distingue da *Waymo* e da molte altre aziende in quanto non fa affidamento sul sistema *Lidar* bensì sul proprio sistema *Autopilot*. I sensori *Lidar*, secondo il *CEO Elon Musk*, identificano in modo molto preciso gli oggetti tuttavia presentano degli svantaggi come la necessità di un hardware molto ingombrante, che influenza vistosamente le linee del veicolo, un costo molto alto e la scarsa affidabilità in condizioni climatiche particolarmente complicate.

Nonostante i proclami di efficienza e tecnologia all'avanguardia c'è chi la pensa diversamente. *Tesla*, dopo essere stata per anni un passo avanti agli altri ed essere diventata leader del settore, secondo lo studio di *Navigant Research*¹⁴, oggi risulta essere l'azienda più indietro tra quelle prese in considerazione. Persino *Apple* si trova leggermente più avanti nella progettualità, nonostante l'azienda di *Elon Musk* si occupi quasi esclusivamente di auto ed abbia da tempo il software di guida assistita.

¹⁴Navigant Research Leaderboard: Automated Driving Vehicles, Navigant Research, 2018.

La posizione che *Tesla* occupa nell'immaginario comune, sempre secondo il report, è dovuta principalmente dalla spregiudicata attività di marketing portata avanti dall'azienda e dai ridondanti proclami che però non trovano un vero e proprio riscontro nella realtà. I ricavi dell'azienda non garantiscono ancora una crescita ed i forti ritardi nella produzione limitano le consegne di veicoli. Ad aggravare ulteriormente la situazione è l'*Autopilot* attuale che ormai è considerato obsoleto rispetto a quando fu presentato nel 2015.

Tesla in ogni caso non è una società condannata a morte, il suo fatturato è in crescita con 3,3 miliardi nell'ultimo trimestre del 2017, 12 miliardi considerando tutti e dodici i mesi, ed inoltre la gente vuole fortemente i prodotti della compagnia. Non è un caso che, da uno studio di *Autolist*¹⁵, *Tesla* risulti come l'azienda in cui gli americani hanno più fiducia per la sperimentazione della guida autonoma.

Volkswagen Group

Volkswagen Group è una multinazionale produttrice di auto con sede a Wolfsburg, Germania. L'azienda progetta, produce e distribuisce veicoli commerciali e non, motocicli e motori offrendo anche servizi correlati come finanziamenti, leasing e gestione flotte. Nel 2016 ha sottratto a *Toyota* lo scettro di più grande costruttore al mondo, grazie alle sue 10,3 milioni di auto vendute, mantenendo il titolo anche nel 2017 grazie ai 10,7 milioni di veicoli venduti.

Per il *Gruppo Volkswagen* guida autonoma, connettività digitale e mobilità elettrica rappresentano il futuro della mobilità per spostamenti più efficienti, puliti e vivibili. Sulla base della strategia *TOGETHER - Strategy 2025*, l'azienda ha intenzione di investire 34 miliardi di euro entro il 2022 in queste tecnologie in modo da ridefinire la mobilità urbana a partire dalle persone e le loro necessità. L'obiettivo è quello di diventare leader globali nella guida autonoma con lo sviluppo di un *Self-Driving System*, che assicuri la mobilità individuale per chiunque al tocco di un semplice tasto, offrendo al contempo la migliore *user experience* ed i più alti standard di sicurezza e comfort. In quest'ottica il *Gruppo* ha presentato al *CES 2018* di Las Vegas la collaborazione con *Aurora*, azienda leader che progetta e sviluppa tecnologie per la guida autonoma da integrare nei veicoli delle case automobilistiche con cui collabora. Insieme verranno create soluzioni per il trasporto tramite servizi *Mobility-as-a-Service (MaaS)* di cui tutti i clienti potranno beneficiare.

¹⁵ Analytics Team, Consumer trust poll for self-driving cars, Autolist, 2018.

Una volta che il sistema raggiungerà i livelli di affidabilità e sicurezza necessari, verrà applicato in tutti i modelli dei *brand* del Gruppo, dalle auto sportive passando per le berline fino ai veicoli commerciali leggeri e camion senza cabina. Il programma prevede di schierare entro il 2021 veicoli autonomi sulle strade di cinque delle città più grandi al mondo.

Il sistema di guida autonoma realizzato dalla casa tedesca non verrà integrato esclusivamente sui modelli appartenenti ai *brand* del Gruppo ma anche in *SEDRIC*, acronimo di *self driving car* (vedi fig.2-4), un veicolo di automazione di livello 5 e da 400 km di autonomia sviluppato in collaborazione con il *Future Centre Europe*. Tale veicolo mostra la trasformazione dell'azienda da mera produttrice di auto a fornitore di hardware, software e servizi di mobilità digitali.



Fig. 2-4: Volkswagen Group SEDRIC

SEDRIC è all'avanguardia nel settore della guida autonoma grazie alla sua capacità di identificare l'ambiente circostante attraverso telecamere, sensori lidar a 360°, radar e sensori ad ultrasuoni, che tutti insieme producono un gran numero di dati appositamente processati da un grande computer ed un software intelligenti. Presentato in anteprima nel 2017 al *Salone di Francoforte*, il veicolo incarna l'idea di una mobilità semplice, comoda, sicura e sostenibile con un design identificativo contraddistinto dalle proporzioni monolitiche senza il classico cofano e come spiega *Michael Mauer* (2017), *Head of Design* del Gruppo Volkswagen, “l'apertura delle porte è invitante, l'atmosfera lounge degli interni, sprovvisti di volante e pedali, fornisce ai passeggeri una sensazione piacevole, una visuale aperte attraverso le ampie superfici vetrate e un ampio programma di infotainment”.

L'interno del veicolo permette di ospitare dalle 4 alle 6 persone le quali potranno divertirsi utilizzando lo schermo *OLED* trasparente ad alta risoluzione posizionato nel parabrezza anteriore per riprodurre film, effettuare videochiamate o visualizzare le mappe di navigazione. Per chiamare l'auto è sufficiente premere un tasto su una chiave digitale e questa raggiungerà il proprietario, lo riconosce ed imposta la destinazione richiesta. Quasi tutto è gestito mediante app o linguaggio naturale, mentre la chiave digitale rappresenta una sorta di *Universal Mobility ID* che, secondo le intenzioni della casa tedesca, permetterà al cliente di richiedere in ogni parte del globo un veicolo *SEDRIC* per i propri spostamenti, trovando a bordo tutti i propri dati già caricati.

Il veicolo che a breve entrerà in produzione, come confermato dai vertici del *Gruppo* nell'annuale conferenza stampa, potrà essere utilizzato sia per il trasporto privato come per il trasporto pubblico. Esempio è dato dalla versione scuolabus, presentata al *Salone di Ginevra*, che mostra un microbus pensato per trasportare fino a quattro studenti, dalla verniciatura d'impatto con graffiti gialli e neri, adatto ad affrontare situazioni in cui il trasporto, da e verso un'area, o non è presente o è mal servito dal trasporto pubblico. La *SEDRIC* riveste un ruolo simbolico all'interno della strategia di *Volkswagen Group* in quanto è la prima *concept car* a rappresentare il *Gruppo* per intero senza alcun riferimento specifico ai singoli *brand*. Una visione pionieristica che in futuro verrà applicata pure sui prodotti dei diversi marchi, e in parte questo sta già accadendo in casa *Volkswagen* ed *Audi*.

Il *brand Volkswagen* ha da poco presentato al *Salone di Ginevra* la sua idea di auto del futuro, il prototipo *I.D. Vizzion* (vedi fig.2-5). Si tratta di una berlina lunga 5,11 metri con una autonomia massima di 665 km che fa parte della *I.D. Family*, i quattro veicoli elettrici del futuro pensati dalla casa tedesca, e che dovrebbe debuttare nel 2020. Grazie ai suoi avanzati sistemi, il veicolo può essere considerato come uno *Smart Device* su ruote che non ha bisogno del volante e si muove autonomamente accelerando, sterzando e procedendo nel traffico da sola. Un assistente virtuale integrato comunica poi con i passeggeri a bordo e si adatta alle preferenze di ciascuno di essi.

Non è da meno *Audi*, la casa di Ingolstadt ha infatti presentato il primo veicolo al mondo che raggiunge il 3 livello di automazione, la nuova *Audi A8*. Dotata del sistema *AI Traffic Jam Pilot* attivabile con un semplice tasto sulla consolle centrale, l'*A8* è in grado di gestire da sola partenza, accelerazioni, sterzate e frenate in autostrade o strade ad alto scorrimento a più corsie e fino ad un massimo di 60 km/h.



Fig. 2-5: Volkswagen I.D. Vizzion

Anche quando il sistema *AI* è attivo il conducente rimane l'unico responsabile e deve quindi essere sempre pronto a riprendere il controllo nel caso in cui il sistema lo inviti a farlo. Se gli inviti vengono ignorati la vettura frena progressivamente fino a bloccarsi all'interno della corsia percorsa. Nonostante sia già disponibile, l'*Audi AI Traffic Jam Pilot* richiede la sperimentazione nei singoli paesi oltre ad un adeguamento delle normative.

Sviluppare il sistema di guida autonoma sull'*A8* non è stato semplice, *Audi* ha effettuato per anni numerosi test e sviluppato alcuni prototipi all'interno del suo programma *Audi Piloted Driving*. Uno di questi prototipi è *Jack* (vedi fig.2-6), una *Audi A7* in grado, grazie a GPS, telecamere e sensori, di affrontare e gestire situazioni complesse interagendo con gli altri veicoli. Dopo le diverse sperimentazioni, *Jack* ha percorso con successo i 900 km che dividono la Silicon Valley da Las Vegas. Successivamente è stato realizzato un secondo prototipo pensato esclusivamente per le competizioni. Si tratta di *Robby*, una *Audi RS7* in grado di ottenere su circuito tempi migliori di quelli di piloti professionisti.



Fig. 2-6: l'*Audi A7* "Jack"

Il Gruppo Volkswagen in ogni caso non concentra i suoi investimenti esclusivamente nello sviluppo dei veicoli bensì sta realizzando anche altre soluzioni legate alla mobilità autonoma che potranno facilitare e migliorare la vita delle persone. In Germania ogni automobilista impiega circa 41 ore ogni anno nella ricerca di un parcheggio, un inglese in media 44 mentre un abitante di New York addirittura 107 ore.

È partito quindi un progetto pilota chiamato *Autonomous Parking* che permetterà in futuro di prenotare con una app il parcheggio direttamente da casa propria per poi lasciare la propria auto all'ingresso della struttura di arrivo. Le operazioni di ricerca del posto libero e di parcheggio verranno invece eseguite autonomamente dal veicolo limitando così al minimo stress, possibili danni o perdite di tempo. La sperimentazione viene effettuata in collaborazione con l'Aeroporto di Amburgo e prevede l'utilizzo di vetture delle marche *Volkswagen, Audi e Porsche*, con l'obiettivo di creare un modello per la mobilità urbana del futuro. Il nuovo servizio di parcheggio autonomo sarà disponibile al pubblico a partire dall'inizio del prossimo decennio.

A supporto di tutti i sistemi di guida autonoma che sta sviluppando, la casa tedesca ha comunicato che, a partire dal 2019, tutte le vetture appartenenti al gruppo verranno dotate di serie del cosiddetto sistema *WLANp*. Si tratta di uno standard di comunicazione *Car2X* che permette di diffondere su larga scala nuovi sistemi di sicurezza e che consente ai veicoli di comunicare tra loro oltre che con le infrastrutture che li circondano. A tutte le vetture verranno montati dei trasmettitori che dialogheranno fino a 500 metri in completa autonomia con gli altri veicoli, compresi quelli di altre case automobilistiche, fornendo in tempo reale informazioni sul traffico, meteo ed eventuali incidenti avvertendo il guidatore di eventuali pericoli con adeguato anticipo. Il sistema potrà aiutare a ridurre consumi ed emissioni in quanto le auto comunicheranno con i semafori, migliorando sensibilmente la gestione dei flussi del traffico. L'introduzione della connessione *WLANp*, secondo Ulrich Eichhorn, *Responsabile R&S del Gruppo*, “ci porterà un passo più vicini alla Vision Zero, la visione di una mobilità senza incidenti”.

Nissan Motor Co.

La Nissan è una casa automobilistica giapponese nata nel 1934 che si sta impegnando fortemente nello sviluppo della guida autonoma. Il brand nipponico ha intenzione di affermarsi come leader nelle tecnologie senza conducente e così ha ideato un sistema chiamato *ProPILOT* che renderà i suoi veicoli completamente autonomi entro il 2022.

La prima funzione, introdotta nel 2016, consente alle vetture di gestire la guida su una sola corsia di marcia di strade ad alto scorrimento, controllando lo sterzo, l'acceleratore e i freni. Nel 2018 partirà il progetto pilota per sperimentare la guida pure su più corsie. Il prossimo grande step è previsto per il 2020 quando le auto dotate del sistema *ProPILOT* saranno in grado di percorrere strade urbane e le intersezioni tipiche dei centri abitati. Per il 2022 è prevista infine la guida completamente autonoma su dodici modelli. La tecnologia autonoma ad oggi è stata applicata su diversi modelli come il minivan *Serena*, il SUV *X-Trail*, l'elettrica *Leaf*, la *Rogue* in America e il *Qashqai* in Europa.

Il *ProPILOT* della casa nipponica funziona attraverso una telecamera con la quale il sistema riconosce tridimensionalmente l'ambiente circostante e, mediante un complicato algoritmo, riesce a calcolare la distanza dalla macchina che precede, il tutto ad una velocità compresa tra i 30 ed i 100 km/h. In coda il sistema ferma la vettura e la fa ripartire in automatico solo se la sosta dura 3 o meno secondi, in caso contrario è necessario un input del guidatore per mezzo dell'acceleratore o del tasto *Resume* posto sul volante. Il sistema agisce a seconda delle condizioni del traffico e della strada, le informazioni provengono dalla telecamera montata sul parabrezza e dal radar installato dietro il logo *Nissan*, sulla griglia frontale. Nonostante questo sia un primo passo verso la guida autonoma da parte del brand giapponese, è comunque necessario porre la massima attenzione ed intervenire in caso di bisogno in quanto il conducente continua ad essere l'unico responsabile.

Nel 2017 il brand nipponico ha realizzato un prototipo ad hoc dotato di dodici telecamere, dodici sonar, nove radar, sei scanner laser ed una mappa ad alta definizione per analizzare scenari complessi in tempo reale e affrontare in modo fluido i possibili ostacoli sulla strada.

Il caso di *Nissan* risulta essere molto interessante anche per la sua ultima *partnership*. Ad inizio 2018 è stata ufficializzata la collaborazione con lo sviluppatore giapponese *DeNA* che porterà alla realizzazione di un servizio taxi a guida autonoma chiamato *Easy Ride*. Il primo test aperto al pubblico verrà effettuato nel distretto Minatomirai di Yokohama vicino al quartier generale del *brand*, su delle speciali *Nissan Leaf* a guida autonoma (vedi fig.2-7), e prevede un percorso prestabilito lungo circa cinque chilometri. Il sistema a bordo è una versione avanzata del *ProPILOT*, ma anche in questo caso è prevista la presenza di una persona al posto del guidatore, che possa intervenire in caso di emergenza.



Fig. 2-7: Nissan Leaf appartenente al servizio Easy Ride

In aggiunta al servizio taxi verranno sperimentate anche delle funzioni di assistenza, i passeggeri potranno usare un'applicazione per inserire le informazioni riguardo a cosa vogliono fare e dove vogliono andare, il tablet in dotazione mostrerà 500 punti di interesse ed eventi che si trovano nelle vicinanze della zona in cui l'utente vuole andare. Sempre tramite l'app si potranno scaricare buoni sconto da utilizzare presso i negozi e i ristorante della zona. A conclusione del viaggio gli utenti risponderanno a dei sondaggi che aiuteranno a migliorare il servizio e svilupparlo ulteriormente per incrementare i possibili sbocchi commerciali. L'obiettivo è quello di arrivare a fornire un servizio completo per il 2020.

Nissan però non si ferma ai veicoli autonomi e al CES 2018 stupisce tutti presentando la macchina che legge i pensieri, la tecnologia *Nissan Brain-to-Vehicle* o anche detta *B2V*. Questa tecnologia, ancora in fase di sviluppo, permetterà ai veicoli di interpretare i segnali emessi dal cervello del guidatore, stravolgendo così la classica interazione tra uomo ed auto. Realizzato in collaborazione con i ricercatori del politecnico di Losanna, questo casco sfrutta una tecnologia di *neural coding* e, captando le onde cerebrali, viene a conoscenza delle intenzioni del guidatore così da agevolarle ed eventualmente correggerle.

I sistemi possono intervenire, girando il volante o rallentando il veicolo ad esempio, con un anticipo di 0,2-0,5 secondi sul conducente aumentando e migliorando l'esperienza di guida. Il sistema *B2V* però può funzionare pure nello scenario della guida autonoma ove la tecnologia mette in evidenza i casi di disaccordo tra le intenzioni del guidatore e le impostazioni del veicolo.

Lo strumento, ad esempio, può rilevare che l'auto ha fatto qualcosa di non voluto e contestualmente correggere il comportamento o invece, nel caso in cui i sensori registrino situazioni di disagio dalle onde cerebrali, possono adeguare lo stile di guida in completa autonomia. Il conducente e il sistema si conoscono progressivamente ed evolvono insieme a seconda della situazione. Il sistema ideato da *Nissan* si propone di cambiare profondamente l'approccio alla guida da parte delle persone tuttavia prima di vederlo pronto sul mercato dovranno passare non meno di 5/10 anni.

Il caso italiano

Il 18 aprile 2018 può essere considerato come un giorno storico per l'introduzione della guida autonoma nel nostro paese. Quel giorno è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale il decreto ministeriale *Smart Road* redatto il 28 febbraio dal Ministro *Graziano Delrio* e dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Con la pubblicazione scatta ufficialmente l'attuazione delle nuove norme pensate per i quei soggetti, pubblici o privati, che vogliano iniziare a sperimentare la guida autonoma in Italia. Per ottenere dal Ministero e dal Dipartimento per i trasporti l'autorizzazione ad iniziare i test è necessario che la vettura sia in grado di compiere tutte le manovre senza alcun intervento umano, tranne per i casi di emergenza, e che abbia una omologazione stradale nella sua versione tradizionale. Chiarito il ruolo del guidatore che rimane a prescindere da tutto l'unico responsabile del veicolo e che deve essere sempre in grado di riprendere il controllo del mezzo.

Sono diversi i soggetti che possono richiedere il permesso, oltre ai classici costruttori automobilistici vi sono anche aziende *hi-tech*, gli enti di ricerca, sia privati che pubblici, e gli istituti universitari. Il decreto non si limita a regolare le sperimentazioni ma contiene misure che riguardano l'infrastruttura stradale che a sua volta dovrà migliorare da un punto di vista della digitalizzazione e della connettività. Gli interventi per la realizzazione di nuove infrastrutture e il miglioramento e potenziamento di quelle esistenti dovranno essere realizzate immediatamente con i costi che saranno totalmente a carico del concessionario o del gestore dell'infrastruttura. Gli interventi previsti sono tanti poiché è necessario adeguare la rete infrastrutturale italiana ai servizi V2X, acronimo di *Vehicle to Everything*, che permetteranno alle auto di comunicare tra loro e con le infrastrutture riducendo di conseguenza traffico ed incidenti stradali.

L'infrastruttura stradale dovrà essere dotata di hotspot *Wi-Fi* e connessione dati ad alta velocità in tutte le aree di servizio e parcheggio, sistemi per il rilevamento del traffico e del meteo così da fornire previsioni a breve-medio termine e stime/previsioni invece per i periodi di tempo successivi. La prima fase di sviluppo e di adeguamento infrastrutturale è previsto che avvenga entro il 2025 e riguarderà le strutture appartenenti alla rete di trasporto trans-europea *Ten-T, Trans European Network – Transport*, e su tutta la rete autostradale.

Nei cinque anni successivi è prevista invece l'attivazione di ulteriori servizi. Per il 2030 l'obiettivo è la creazione di servizi di miglioramento della gestione del traffico volti ad una ottimizzazione dei flussi di auto ed una gestione dinamica dei parcheggi a disposizione. Se la sperimentazione procederà correttamente, tali servizi e miglioramenti infrastrutturali verranno applicati anche su tutta la rete *Snit, Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti*. La strada è lunga e il percorso verso la mobilità del futuro è iniziato molto in ritardo rispetto a paesi come gli Stati Uniti o il Giappone, soprattutto se si pensa che l'Italia rappresenta uno dei cinque mercati dell'auto più importanti d'Europa. In ogni caso le cose stanno cambiando e sono sempre di più i progetti volti allo studio della tecnologia che stanno nascendo sul nostro territorio.

A Modena ad esempio è nato il progetto *Modena Automotive Smart Area (Masa)* all'interno dell'autodromo cittadino, un laboratorio a cielo aperto dove poter testare tecnologie ed infrastrutture digitali legate alla mobilità e alle *smart city*. Il progetto coinvolge un gran numero di soggetti tra cui il Comune, l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, l'Università di Trento e il Gruppo FCA e ha come obiettivo la sperimentazione della comunicazione fra veicoli, fra veicoli ed ostacoli in movimento e quella fra veicoli ed infrastrutture cittadine quali semafori, cantieri e parcheggi. I test non verranno effettuati esclusivamente sul circuito ma a breve anche nell'area urbana a nord della città dove sorgerà un'apposita *Smart Area* dove saranno installati sensori, telecamere e la fibra ottica necessaria allo scambio di informazioni.

Quello di Modena non è un caso isolato, l'azienda dei trasporti milanesi ATM ad esempio ha pubblicato ad inizio 2018 un bando per individuare un'impresa in grado di realizzare un sistema di trasporto pubblico con veicoli a guida autonoma. Il bando prevede che l'azienda aggiudicataria fornisca veicoli omologati con guida autonoma di livello 5 e sviluppi l'adeguamento infrastrutturale del percorso e delle stazioni di ricarica. Sempre presenta una persona fisica in grado di intervenire nel momento di necessità.

In Veneto invece troviamo *Next*, nata nella Silicon Valley dall'idea di tre giovani padovani. Si tratta di un sistema di trasporto pubblico innovativo che si basa su dei veicoli elettrici a guida autonoma costituiti da sei moduli separabili, ogni veicolo è lungo due metri e può ospitare fino a dieci persone. Il progetto è così valido che gli Emirati Arabi Uniti ne hanno ordinati già una ventina da utilizzare a Dubai in occasione dell'*Expo* del 2020. Per la sperimentazione del prototipo e per ottenere le certificazioni necessarie all'uso in strada, il *Comune di Padova* ha concesso una zona chiusa al traffico dalle notevoli dimensioni in quanto vede nell'azienda una opportunità di sviluppo per l'intero veneto.

In Piemonte, il sindaco di Torino ha firmato un protocollo di intesa con 14 partner industriali e di ricerca con l'obiettivo di fare della città un laboratorio per la guida autonoma e connessa, non solo nelle periferie e in aree isolate ma anche nel centro città. La collaborazione, con soggetti come *FCA*, *General Motors*, *Italdesign*, *l'Anfia*, *Tim*, *Open Fiber* e *Politecnico di Torino*, porterà inizialmente a testare su tutto il territorio cittadino le auto autonome di livello 3 e sviluppare nuovi servizi ed innovazioni. La strategia del protocollo di intesa è quella di far convergere il *know-how* dei diversi soggetti che sono attivi nel settore automotive, della componentistica, delle telecomunicazioni, della sensoristica, dell'elettronica e dell'intelligenza artificiale fornendo al contempo un ambiente dove poter sviluppare i propri progetti.

Infine, non si può non citare il caso dell'autostrada Salerno-Reggio Calabria che diverrà la prima autostrada tecnologicamente attrezzata in Italia per l'utilizzo dei veicoli a guida autonoma. L'iniziativa è di *Anas* che con il progetto *Smart Road* sta trasformando i 436 chilometri che vanno da Fasciano, Salerno, a Villa San Giovanni, Reggio Calabria. L'autostrada è già tecnologicamente attrezzata quindi le diverse fasi del progetto punteranno a renderla *smart* e connessa in modo da elaborare e comunicare informazioni in tempo reale. Sono previste poi isole verdi ogni 30 km per fornire energia rinnovabile, droni lungo l'intera tratta per monitoraggi e soccorsi ed un *hotspot Wi-Fi* in grado di garantire continuità del segnale ai veicoli in movimento ed una connessione libera agli automobilisti proprio come se fossero a casa.

Capitolo 3: Tecnologia

La tecnologia che muove le auto a guida autonoma ha vissuto numerosi sviluppi nel corso del tempo. In questo terzo capitolo verranno approfonditi tutti quelli strumenti che permettono al veicolo di riconoscere gli oggetti che lo circondano così da muoversi in totale autonomia e sicurezza. L'analisi tratterà principalmente il funzionamento del *Lidar*, la tecnologia più avanzata presente sul mercato, e le problematiche che ad oggi ne pregiudicano l'efficienza. Successivamente si analizzeranno quei sistemi, sviluppati in tutto il mondo, che cercano di essere un'alternativa valida al costoso *Lidar*.

Lidar

Il *Lidar*, acronimo di *Light Detection and Ranging*, è una tecnologia di telerilevamento che consente di misurare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando degli impulsi laser, in alcuni casi fino a 2,8 milioni di impulsi al secondo. Il principio quindi è semplice, emettere una piccola luce e misurare il tempo impiegato da un fotone per tornare alla sua fonte. Il calcolo utilizzato è:

$$\text{Distanza oggetto/superficie: } (velocità \text{ della luce } \times \text{ tempo di volo}) / 2$$

Ripetendo questa misurazione in rapida successione il *Lidar* fornisce istantanee 3D di ogni cosa nelle vicinanze realizzando una mappa complessa dell'area intorno al veicolo come si può vedere dalla fig.3-1.

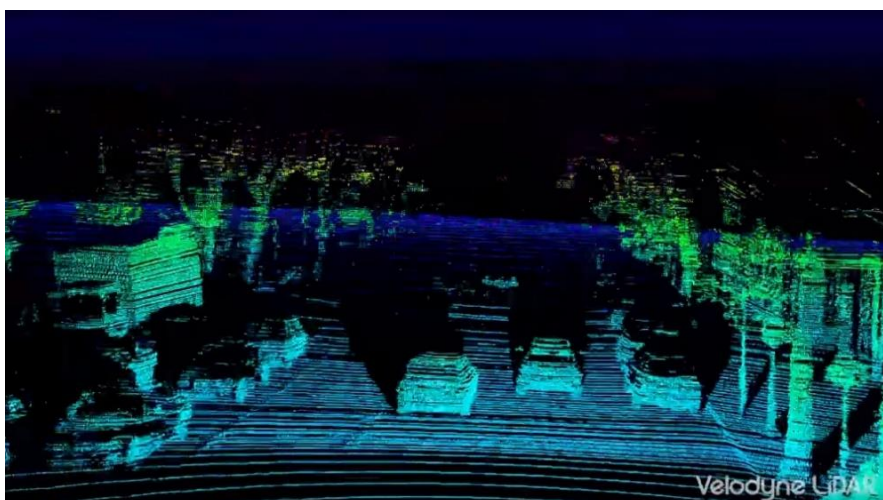


Fig. 3-1: mappa 3D realizzata dal Lidar di Velodyne

Gran parte dei sistemi *Lidar* hanno in comune quattro componenti che gli permettono di effettuare le proprie misurazioni: un trasmettitore per emettere impulsi laser, un ricevitore per intercettare echi di impulsi, un sistema di analisi ottica per elaborare dati di input e un potente computer per visualizzare l'immagine tridimensionale dell'ambiente circostante. In origine tale tecnologia è stata sviluppata dalla *NASA* per mappare la superficie lunare e tracciare le distanze satellitari ma nel tempo ha visto numerose applicazioni anche in settori diversi.

Nel caso dell'industria automobilistica, il *Lidar* viene utilizzato per migliorare le capacità di navigazione di un veicolo autonomo rilevando gli ostacoli lungo la rotta e gli altri veicoli in movimento. Il sistema è in grado di distinguere una persona che cammina da una sopra la bici, capendo inoltre a quale velocità vanno e in quale direzione si dirigeranno. Quando fu presentato per la prima volta negli anni '60, i laser e i meccanismi di rilevamento erano ingombranti e lenti a funzionare mentre oggi, grazie alla riduzione delle dimensioni dell'elettronica e alla grande velocità dei computer, l'unità *Lidar* (vedi fig.3-2) consiste in piccole sporgenze cilindriche in cui ruotano il laser e un rilevatore, capace di inviare e ricevere milioni di impulsi al secondo completando al contempo centinaia di giri.



Fig. 3-2: Sensori *Lidar* prodotti da Velodyne

Il *Lidar* è considerato superiore alle classiche telecamere in quanto quest'ultime sono influenzate da illusioni ottiche, mancanza di misurazioni e una maggiore necessità di potenza computazionale oltre al fatto che i veicoli equipaggiati esclusivamente con telecamere hanno dei punti ciechi. Il *Lidar* al contrario è capace di vedere a 360° sino a 300 metri riuscendo a identificare chiaramente gli oggetti.

Il *Lidar* però non riesce a fare tutto ed è per questo che fa parte di un sistema più complesso. Per leggere le lettere su un cartello o operare in condizioni di visibilità limitata deve lavorare di concerto con altri strumenti quali il radar, sonar e le classiche telecamere, così da avere una maggiore consapevolezza dell'ambiente circostante. Questo sistema di strumenti opera all'unisono permettendo all'auto di muoversi autonomamente e molto presto pure di visualizzare gli oggetti che si trovano dietro ad un ostacolo.

L'ultima novità, infatti, proviene dall'*Università di Stanford*¹⁶ che sta mettendo a punto una innovativa tecnologia laser così sensibile da riuscire a vedere al di là di un angolo (vedi fig.3-3). Tale tecnologia permette al sistema di sapere che cosa ci sia ancor prima di effettuare la svolta, aiutando quindi il veicolo ad anticipare oggetti, persone o animali che possono apparire all'improvviso.

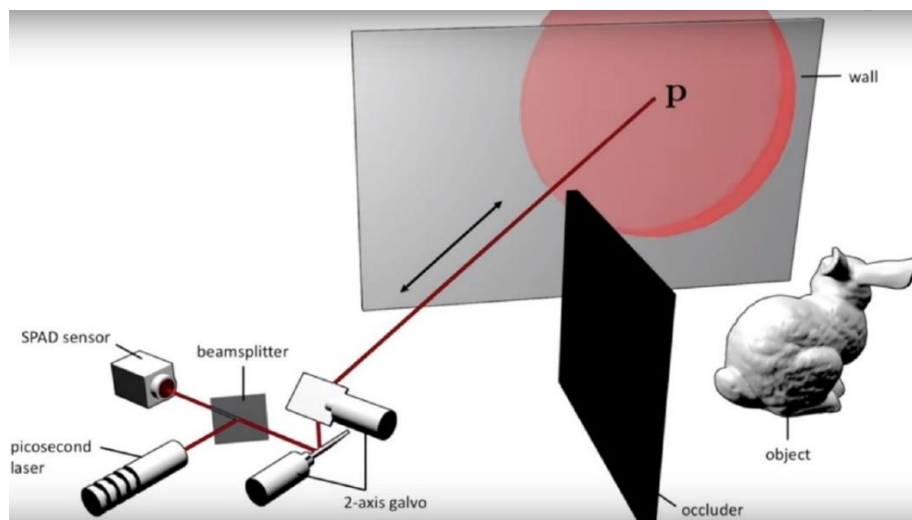


Fig. 3-3: come funziona l'algoritmo ideato da Stanford

Non si tratta del primo sistema ideato per visualizzare oggetti nascosti tuttavia l'algoritmo realizzato stupisce per l'efficienza con cui ciò che viene rilevato viene ricostruito. Inizialmente viene proiettato il raggio laser in uno spazio e, in base alla luce che rimbalza sull'oggetto nascosto, può essere ricostruita la sua immagine. Un rilevatore di fotoni poi determina angolazione e velocità delle onde luminose indirette e, sulla base di queste, l'algoritmo elabora una immagine 3D dell'oggetto. L'immagine poi viene trasmessa e visualizzata con precisione dagli ingegneri. Rispetto ai sistemi sviluppati in precedenza, questo è meno sensibile alle interferenze luminose risultando quindi adatto a funzionare anche in contesti diurni caratterizzati da piena luce.

¹⁶M. O'Toole, D.B. Lindell, G. Wetzstein, Confocal Non-Line-of-Sight Imaging Based on the Light Cone Transform, Nature, 2018.

Secondo gli sviluppatori di *Stanford* questo nuovo algoritmo è compatibile con i sistemi di rilevazione *Lidar* in quanto anch'essi utilizzano impulsi laser per determinare la distanza degli oggetti circostanti. Vi è però un problema causato dal tempo impiegato per raccogliere i dati. Il sistema impiega circa un'ora anziché poche frazioni di secondo che sono quelle necessarie per intervenire con prontezza. Questa situazione potrà quindi essere superata soltanto nel momento in cui l'hardware degli attuali sistemi *Lidar* verrà aggiornato e preparato a supportare tale sistema di *imaging*. Le applicazioni di tale algoritmo però non riguardano solo la guida autonoma, ad esempio alcuni aerei equipaggiati con il sistema potrebbero distinguere agevolmente i diversi elementi all'interno del fogliame o appositi mezzi di soccorso riuscirebbero ad individuare i superstiti di una frana che si trovano sotto grossi detriti.

Il mercato dei sensori *Lidar* nel settore automobilistico è ancora in una fase iniziale tuttavia sta vivendo una crescita esponenziale per via del rapido avanzamento tecnologico e di un leggero calo del prezzo che al momento risulta essere uno dei grandi ostacoli (un sensore *Lidar* dell'americana *Velodyne* può arrivare a costare 80.000\$). Oltre ad essere considerato da quasi tutti i principali player del mercato come il futuro della guida autonoma, non è esagerato dire, che il *Lidar* non sta innovando solo il settore automobilistico ma anche gli altri in cui viene applicato. Indipendentemente dal fatto che l'unità venga montata su un'auto, un *UAV* (*Unmanned aerial vehicle* – Aeromobile a pilotaggio remoto), un elicottero, un camion commerciale, una barca o una telecamera tradizionale, la capacità di vedere a 360° restituendo immagini in 3D ad alta definizione rende possibili cose impensabili fino a poco tempo fa. Diventano realizzabili auto e camion autonomi o semi-autonomi, tecnologie di rilevamento o mappature rapide e di precisione di strade o di siti archeologici.

I problemi del Lidar

Le problematiche legate al *Lidar* e alla sua applicazione sulle auto a guida autonoma tuttavia sono ancora numerose. I veicoli autonomi sono dei veri e propri dispositivi connessi ed automatizzati che possono generare situazioni di pericolo nell'esecuzione dei loro compiti o nell'interazione con le persone, proprio per questo possono essere oggetto di attacchi informatici. La consapevolezza della necessità di una difesa efficace e adeguata verso questo genere di attacchi è giunta nel 2015 a seguito di un incidente che ha coinvolto un giornalista di *Wired* all'interno di una *Jeep Cherokee*.

In quella situazione il volante, i pedali, la chiusura delle porte e l'arresto del motore del veicolo erano controllati da due *hacker* che intendevano dimostrare come le auto autonome potessero essere violate e guidate anche da remoto. L'incidente, per le case automobilistiche e l'intera industria, fu un chiaro avvertimento su come gli *hacker* possono dimostrarsi molto pericolosi. Nel 2016 *Promon*, una società norvegese di *cybersecurity*, ha mostrato invece come fosse possibile utilizzare l'app della *Tesla* per localizzare il veicolo, aprire le portiere e partire. L'allerta deve essere massima poiché tali *hackeraggi* possono colpire anche i rilevatori *Lidar* e non solo i veicoli. Dimostrazioni della grande fragilità dei sistemi che muovono i veicoli autonomi.

Volkswagen Group annunciò la fondazione di *Cymotive Technologies*, una società israeliana che si occupa attivamente della sicurezza cibernetica delle auto. La russa *Kasperky Lab* ha presentato nel 2017 un sistema che garantisce una comunicazione protetta tra veicoli connessi mentre l'israeliana *Karamba Security* ha installato un software di verifica all'interno del codice sorgente dell'auto così da permettergli di riconoscere la provenienza dei comandi impartiti. In un futuro dominato da auto e veicoli a guida autonoma, diventerà cruciale il tema della *cybersecurity*, la certezza e la sicurezza dei dati saranno parte integrante della brand reputation e del design dei prodotti.

Come ha dichiarato *Glen de Vos (2018)*, *Senior Vice President & Chief Technology Officer di Delphi*, colosso inglese che sviluppa tecnologie per componenti automobilistici e per la mobilità, *“Se l'accesso alla rete è vulnerabile aumenta il rischio dell'incolumità dei passeggeri. Programmi che difendano la connettività dagli attacchi hacker saranno necessari per lo sviluppo dell'auto driverless che, se non fosse completamente sicura, non avrebbe ragione di esistere”*.

Altro problema che colpisce il *Lidar* e il suo complesso sistema di strumenti è rappresentato dalle tempeste magnetiche. Oltre a danneggiare reti elettriche e satelliti, queste potrebbero creare problemi ai veicoli autonomi alterando o pregiudicando temporaneamente la connessione dati tra i *GPS* dei veicoli ed i satelliti che forniscono in tempo reale le informazioni sulla posizione. Le tempeste magnetiche infatti possono essere così intense da paralizzare intere reti elettriche, oscurare satelliti e interrompere completamente le comunicazioni in quella parte della terra illuminata dal sole. In futuro le previsioni meteo dovranno necessariamente includere informazioni su possibili tempeste cosicché che i conducenti possano essere preparati ad eventuali problematiche.

In una intervista a *Bloomberg*, Scott McIntosh (2018), direttore dell'osservatorio del *National Center for Atmospheric Research* di Boulder, Colorado, afferma come le tempeste magnetiche siano potenzialmente in grado di influenzare le auto a guida autonoma, di conseguenza *“i loro sistemi non dovrebbero essere eccessivamente dipendenti dal GPS in quanto, in caso di tempeste magnetiche, legioni di macchine guidate da computer potrebbero fermarsi e dover attendere il ritorno della connessione satellitare”*.

Un altro potenziale problema del *Lidar* potrebbe essere rappresentato dagli escrementi di uccelli che sono rischiano di oscurare totalmente la visione del radar. A cercare di risolvere questo problema però ci ha pensato *Waymo* il quale ha realizzato un sensore collegato ad un parabrezza che, una volta riconosciuto un ostacolo, come ad esempio l'escremento, lancia un getto d'acqua e pulisce lo sporco con una piccola spazzola, proprio come se fosse un normale tergicristallo. Un problema da poco per un normale veicolo ma che potrebbe rappresentare una situazione pericolosa per i passeggeri di un veicolo a guida autonoma.

Rimanendo sul tema della pulizia dei veicoli non si può non menzionare la problematica rappresentata dagli autolavaggi automatizzati. Durante il lavaggio i sensori dei veicoli rischiano di essere accecati dai residui di sapone o da macchie d'acqua e scossi da pesanti spazzole interrompendone la taratura e la precisione. Ancora peggio potrebbero essere danneggiati irrimediabilmente i sensori dal prezzo molto elevato. L'esterno di questi veicoli deve però essere sempre pulito al meglio da sporco, escrementi di uccelli, macchie d'acqua o insetti morti che sono in grado di diminuire enormemente la capacità di guida dei veicoli. Non è un caso che *Avis*, che si occupa della gestione della flotta *Waymo*, abbia ideato un processo ancora segreto per una pulizia perfetta dei veicoli.

Non sono il Lidar

Nel complesso sistema della guida autonoma a svolgere un ruolo chiave nella mobilità dei veicoli non c'è solo il *Lidar* ma anche gli *ADAS*, acronimo che sta per *Advanced Driver Assistance Systems*. Si tratta di sistemi che aiutano il guidatore migliorando la sicurezza quando questo si distrae. Tali sistemi supportano la guida rilevando la presenza di oggetti, segnalando eventuali condizioni pericolose della strada, monitorando i punti ciechi, gestendo i cambi di corsia indesiderati o verificando il livello di stanchezza di chi è al volante. Una sorta copilota.

In caso di prossimo impatto, ad esempio, gli *ADAS* avvisano il guidatore del pericolo ed eventualmente arrestano autonomamente il veicolo prima della collisione. Tali dispositivi intervengono poi anche come leva di risparmio poiché contribuiscono alla riduzione dei consumi di carburante e delle emissioni di sostanze inquinanti. A rientrare nella sfera dei sistemi *ADAS* vi sono moltissime tecnologie oggi presenti sulle auto come l'*ABS*, il *cruise control*, limitatore di velocità, i sensori di parcheggio o il riconoscimento dei segnali stradali.

A dimostrazione del fatto che in futuro questi sistemi di assistenza saranno protagonisti arriva un elaborato dell'*Osservatorio Autopromotec*, basato sui dati provenienti da *Bain&Company*, secondo cui nel 2025 il fatturato del mercato globale dei sistemi *ADAS* sarà pari a 26 miliardi di dollari, in crescita di 3,2 volte rispetto agli 8 miliardi dollari del 2016. Il mercato è quindi in rapida espansione, in futuro tutti i veicoli saranno dotati di questi sistemi.

In alternativa al *Lidar*, l'americana *Ambarella* ha appena lanciato, *Cv2*, una soluzione che consente alle vetture di vedere, misurare, decidere e guidare. Realizzato in collaborazione con il *VisLab* di *Parma*, per il primo test il sistema è stato montato su una *Lincoln Mkz*, chiamata *EVA (Embedded Vehicle Autonomy)*, che sta percorrendo le strade californiane. Il sistema realizzato si differenzia per il fatto che non utilizza il *Lidar*, bensì sei videocamere 4K a lunga portata sul tetto e altre otto inserite nei paraurti. Simulando i nostri occhi, il sistema riceve dalle telecamere informazioni dettagliate su cosa accade intorno al veicolo inviando poi il tutto al microchip che elabora le informazioni. Oltre a ricostruire la forma tridimensionale di oggetti e persone, le telecamere riconoscono i segnali stradali e la strada consentendo al veicolo di guidare anche in assenza del segnale *GPS*.

Tornando al *Lidar*, uno degli elementi atmosferici che gli causa maggiori malfunzionamenti è la nebbia. Questa non permette al veicolo di orientarsi e i sistemi di navigazione falliscono. Per ovviare a ciò, il *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* ha realizzato un sistema di navigazione in grado di orientarsi nella nebbia e stimare la distanza dagli oggetti nelle vicinanze. Il sistema ideato dai ricercatori di Boston riproduce l'immagine di oggetti che si trovano all'interno di una nebbia artificiale, molto più densa di quella che si incontra nella realtà, così spessa da rendere invisibile all'occhio umano qualunque cosa osservata a una distanza superiore ai 36 cm.

La telecamera realizzata spara dei brevi raggi laser e misura il tempo di ritorno una volta riflessi su un oggetto. Nelle condizioni testate il sistema è stato in grado di identificare la forma e la distanza degli oggetti entro i 57 cm. In situazioni reali la nebbia tipica garantisce una visibilità tra i 30 e i 50 metri e l'esperimento di *Guy Satat* e il suo team ha mostrato come questo sistema si comporti meglio dell'occhio umano, a differenza di gran parte delle telecamere oggi presenti sui veicoli.

Il problema generato dalla diffusione anomala della luce a causa delle gocce d'acqua presenti nell'aria è stato infatti risolto attraverso la statistica. I ricercatori hanno dimostrato che, indipendentemente dallo spessore della nebbia, i tempi impiegati dalla luce per essere riflessa dalla nebbia seguono uno schema statistico chiamato *distribuzione gamma*. La telecamera, calcolando le diverse distribuzioni per ognuno dei suoi 1.024 pixel, è in grado di stabilire con precisione la distanza dall'oggetto.

In conclusione, parliamo del sistema *ESCAPE* il quale dovrebbe risolvere i problemi dati dal *GPS*. Nelle sperimentazioni dei veicoli a guida autonoma una delle sfide più grandi è rappresentata proprio dallo sviluppo di un sistema di localizzazione altamente accurato così da avere sempre sotto controllo la posizione del veicolo, creare eventuali percorsi preimpostati da far seguire al mezzo o inviare contenuti in realtà aumentata sul cruscotto o sul parabrezza e così via.

Per fare tutto ciò si è visto come il *GPS* non sia sufficiente e che non garantisce abbastanza precisione, oltre al fatto che essendo gestito dal governo degli Stati Uniti non è detto che sia sempre disponibile. In ogni caso la costellazione del *GPS* non è l'unica disponibile in quanto è possibile agganciarsi ad altre come il sistema russo *GLONASS*, il cinese *Beidou*, l'europeo *Galileo*, l'indiano *NAVIC* o il giapponese *QZSS*. Per arrivare ad una precisione che va sotto al metro di diametro è stato visto come sia però necessario sfruttare più costellazioni contemporaneamente. Il nuovo sistema *ESCAPE*, realizzato da *ST Microelectronics* all'interno della piattaforma *Teseo APP (ASIL Precise Positioning)*, garantisce un altissimo livello di precisione proprio perché capace di connettersi a più costellazioni attraverso l'uso di tutti i satelliti disponibili per la triangolazione della posizione.

Capitolo 4: Le problematiche che rallentano l'introduzione della guida autonoma

Il percorso che la tecnologia della guida autonoma sta intraprendendo è lungo e pieno di sfide e difficoltà. In questo quarto capitolo andremo ad approfondire alcune di quelle problematiche che rallentano lo sviluppo e che dovranno necessariamente essere risolte prima di poter far muovere autonomamente i veicoli per le strade di tutto il mondo.

Questione morale: chi investire, chi salvare. Il problema del carrello

Una delle tematiche più controverse della guida autonoma è quella legata alla questione etica. Ad occuparsi di questa tecnologia infatti non sono solo esperti di intelligenza artificiale e robotica ma anche i filosofi. La motivazione si trova nel fatto che in caso di emergenza questi veicoli dovranno scegliere chi investire e chi salvare, il cosiddetto *problema del carrello*. Il dilemma prevede una situazione in cui un carrello corre lungo dei binari ad alta velocità verso cinque persone. C'è però la possibilità di tirare una leva per reindirizzare il carrello verso un altro binario, tuttavia su quest'unico binario alternativo è rimasta bloccata una persona. La domanda è, *Agire o non agire?* È moralmente accettabile uccidere una persona per salvarne cinque o invece si dovrebbero lasciar morire le cinque persone?

Nonostante questo problema possa sembrare inverosimile, i veicoli autonomi si troveranno ad affrontare infiniti scenari e alcuni di questi potrebbero essere simili a quelli descritti nel *problema del carrello*. Per venire a capo di questo dilemma, *Nicholas Evans*, professore di filosofia presso l'università *Mass Lowell*, ha riunito un gruppo filosofi che stabiliscano come dovrebbero essere programmati dei mezzi capaci di mettere in pericolo la vita del passeggero e di altre persone. Grazie ad una sovvenzione da 556 mila dollari della *National Science Foundation*, il team del professor *Evans* sta utilizzando una serie di algoritmi per ricreare diversi scenari del problema del carrello, così da mostrare come una macchina autonoma si comporterebbe a seconda delle diverse teorie etiche. I filosofi utilitaristi, ad esempio, ritengono che tutte le vite abbiano pari peso morale quindi l'algoritmo relativo assegnerebbe lo stesso valore ai passeggeri come ai pedoni. Altri invece credono che l'autista abbia un valore morale extra e quindi, in alcuni casi, l'auto è autorizzata a proteggere l'autista.

Finché l'auto non è programmata per far del male intenzionalmente, alcuni esperti del tema considerano accettabile che il veicolo sterzi per evitare l'incidente e salvare la vita al conducente, anche se questo significasse mettere a rischio la vita di un'altra persona. Nonostante le diverse posizioni, *Evans* e il suo team non hanno preso una posizione su quale teoria sia la più giusta poiché l'obiettivo è quello di ricreare tutti le possibili eventualità. Gli scenari così individuati dagli algoritmi dovranno essere utilizzati dalle aziende che realizzano i veicoli in modo da prendere decisioni informate.

La questione etica però non riguarda solo il numero di persone ma anche quali persone muoiono. È possibile che due scenari salvino lo stesso numero di vite ma non le stesse persone. Ad esempio, la differenza tra due teorie può essere nel fatto che in una a morire sono persone over 50 mentre nella seconda a morire sono persone per lo più under 30. Ne segue quindi il bisognerà discutere anche di chi siamo disposti a mettere in pericolo.

Una macchina autonoma cosa dovrebbe fare? Deve essere programmata per massimizzare il numero di persone salvate o preferire alcune categorie di persone ad altre? Si tratta di quesiti a cui è difficile rispondere. L'*MIT (Massachusetts Institute of Technology)* di Boston ha quindi deciso di realizzare un gioco interattivo in cui vengono simulate situazioni del genere. Attraverso questa *Moral Machine* gli utenti impersonano i programmatori dei veicoli autonomi e vengono sottoposti a diversi scenari in cui devono scegliere quale azione ritengono più corretta e morale. Tutti questi dubbi dovranno necessariamente essere risolti prima della diffusione delle auto autonome in quanto tematiche del tipo possono spingersi verso derive preoccupanti. Serve una regolamentazione internazionale che stabilisca principi certi ed inviolabili che guidino il settore con magari un garante a cui potersi rivolgere prima di ricevere l'omologazione.

Secondo il professore di filosofia *Patrick Lin*, a tenere impegnati filosofi ed esperti di intelligenza artificiale di tutto il mondo ci sono anche altre questioni. Bisogna stabilire chi è responsabile se il veicolo è programmato per mettere a rischio la vita di qualcuno, se aumenteranno le dipendenze quali droghe e alcool visto che le persone non dovranno più guidare per spostarsi o se diminuiranno i trapianti di organi per via della maggior sicurezza e del minor numero di morti in incidenti stradali. Temi delicati a cui sarà difficile trovare una risposta.

Settore Assicurativo: chi è responsabile?

Ormai è evidente come le auto a guida autonoma avranno un ruolo chiave in futuro. La diffusione di questi veicoli inevitabilmente cambierà la responsabilità di chi si trova al volante. Si tratta di un argomento molto delicato che le compagnie di assicurazione di tutto il mondo stanno analizzando. Secondo *IHS*¹⁷, società americana specializzata in servizi di analisi ed informazioni, entro il 2040 saranno circa 30 milioni le auto autonome che circoleranno nel mondo e ciò non solo cambierà la mobilità come la conosciamo oggi, ma anche la responsabilità degli automobilisti e le relative assicurazioni. Per non farsi trovare impreparati quindi, i *player* del mercato assicurativo stanno analizzando i possibili scenari che potranno verificarsi attraverso il documento redatto dall'*ANIA*, *Associazione Nazionale Imprese Assicuratrici*. L'associazione cerca infatti di regolare i rapporti che si instaureranno tra veicoli autonomi ed assicuratori con lo scopo di proteggere nel miglior modo possibile i passeggeri.

Le auto dovranno essere dotate di una scatola nera che sia in grado di registrare e comunicare le informazioni necessarie. Un oggetto che già oggi si sta diffondendo nel nostro paese dove le installazioni sono aumentate del 300% negli ultimi 5 anni. Il documento dell'*ANIA* mostra poi come, con l'introduzione della guida autonoma, il numero di sinistri di minor entità diminuirà mentre aumenteranno gli indennizzi per quelli di grave entità. Tale cambiamento è dovuto dal grande valore dei veicoli, dotati di innovative ma costose apparecchiature, con le conseguenze del caso per l'intero settore assicurativo.

Secondo *Matteo Carbone*, fondatore dell'*Osservatorio Connected Insurance*, invece non sono certi gli effetti negativi in quanto è possibile che i nuovi rischi porteranno alla nascita di nuovi modelli assicurativi come polizze temporanee o servizi *ad hoc*. Un esempio è quello della startup *Sure*, la quale offre una copertura assicurativa per viaggi ed affittuari e che ha realizzato una offerta pensata per la *sharing economy*. Il servizio copre solo il passeggero per incidenti mortali ed infortuni perché come afferma il *CEO Wayne Slavin (2018)* “*le future auto non avranno driver ma fondamentalmente solo un robot intelligente che guida. Ciò che non cambierà è il passeggero*”. Le opzioni a disposizione del cliente, che sono attualmente in fase di test, sono due. La prima prevede un piano di copertura giornaliero mentre con l'altra gli utenti scelgono il numero di corse in cui vogliono essere assicurati.

¹⁷Autonomous Vehicle Sales Forecast and Report, IHS, 2018.

Ad ogni modo, non è stato ancora stabilito con chiarezza, nei diversi ordinamenti, su chi ricade la responsabilità del sinistro, se al passeggero, al veicolo o al produttore. Non esistono ancora leggi chiare al riguardo. In Europa vi è una comunicazione da parte della *Commissione europea* che spinge gli stati membri a dotarsi il prima possibile di una normativa chiara per le responsabilità civili nel campo della robotica, di cui i veicoli a guida autonoma fanno parte. Viene sottolineato che si dovrà essere sempre in grado di identificare l'identità del soggetto responsabile a livello legale, cosa che sarà resa possibile da algoritmi decisionali trasparenti capaci di individuare cosa guida le scelte del mezzo.

Negli Stati Uniti invece il *Dipartimento dei trasporti* si è mosso prima e da fine 2016 spinge affinché gli Stati si dotino di una legislazione propria volta ad introdurre le auto autonome su strada. Il governo federale, in concerto con la *National Highway Traffic Safety Administration*, ha realizzato un documento dove vengono riportate le linee guida da rispettare. Piano piano ogni Stato si sta adeguando, chi in modo più liberale come la Virginia o chi con una vera e propria legislazione come la Florida e la California. A prescindere dalle regolamentazioni, oggi in tutto il mondo si stanno svolgendo test su questi veicoli. Sulla base dei risultati, le compagnie assicurative potranno iniziare a farsi un'idea e decidere quali strategie adottare una volta che la più grande rivoluzione del mondo automotive sarà disponibile a tutti.

Neo-Luddismo

Il *Luddismo* si identifica con quel particolare movimento di protesta operaia, caratterizzato da sabotaggi della produzione industriale, che ha avuto luogo nell'Inghilterra di fine XVIII secolo. Si tratta di una posizione ideologica secondo cui il diffondersi della tecnologia nella società comporta esclusivamente cambiamenti negativi tali da minare le basi stesse sia della società che dell'essere umano. Gli attacchi furono la conseguenza dello sviluppo industriale che significò la meccanizzazione del lavoro e l'arrivo di nuovi metodi di produzione.

Macchinari come il telaio meccanico venivano considerati una minaccia dai lavoratori salariati perché causa di disoccupazione e dell'abbassamento generale dei salari. Nato come semplice protesta il *Luddismo* in poco tempo, dietro la spinta della Francia e dei *giacobini* inglesi, assunse le caratteristiche di un vero e proprio movimento insurrezionale.

Si ritiene che il nome del movimento provenga dall'autore del primo atto di sabotaggio, *Ned Ludd*, il quale si scagliò contro il telaio dell'industria in cui lavorava, distruggendolo. Il giovane divenne il simbolo della protesta ed entrò nell'immaginario collettivo come una figura mitica protettrice dei lavoratori oppressi.

Il termine *Neo-Luddismo* viene oggi utilizzato per identificare tutti quei comportamenti violenti contro l'introduzione di nuove tecnologie, come quelli occorsi negli Stati Uniti che hanno visto delle persone scagliarsi contro dei veicoli a guida autonoma. Il prefisso *Neo* viene usato per indicare il fatto che la nuova ideologia rielabora ed aggiorna alcune caratteristiche del movimento *luddista*. Il principale fautore del ritorno dell'ideologia *luddista* è *Kirkpatrick Sale*, autore nel 1996 del controverso *Rebels against the future*. La nuova visione sostiene la presenza di una tecnologia fuori controllo che sta prendendo il sopravvento sull'uomo e di conseguenza causa di una progressiva disumanizzazione. L'approccio del movimento quindi è quello di una società che vede la tecnologia con occhio scettico, che vede i suoi possibili benefici che però considera come problemi.

Relativamente alla guida autonoma, non tutti sono felici della sua futura diffusione, soprattutto perché molto probabilmente sarà causa della perdita di migliaia di posti di lavoro. Agli inizi del 2018 in California sono stati registrati due incidenti con protagonisti un essere umano e un'auto senza conducente. Il primo è avvenuto a San Francisco, sede di un grande numero di aziende tech come *Google*, *Yahoo!* o *Amazon*, e ha visto un uomo attraversare la strada, in un punto dove non era permesso, e iniziare ad urlare ad una *Cruise AV* della *GM* ferma al semaforo per poi prenderla a calci e pugni sul lato posteriore. Pochi giorni dopo è avvenuta la seconda aggressione, sempre nella città di San Francisco, dove l'autista di un taxi è uscito dalla sua auto per scagliarsi contro il passeggero di un'altra *Cruise AV* schiaffeggiandolo e graffiandolo.

Si tratta di atti sporadici che hanno generato poco o nessun danno tuttavia non possono essere sottovalutati in quanto celano una rabbia ed un malcontento tipici del movimento *luddista*. La rabbia contro le macchine autonome però non sembra un caso isolato. Nel dicembre 2017, una società che si occupa di cani randagi ha dovuto rimuovere, dalla strada adiacente la sua sede, i robot di sorveglianza *Knightscope* (vedi fig.4-1) che aveva acquistato poiché i senzatetto della zona e altre persone si lamentavano di aver subito delle molestie. Non contenti uno dei robot è stato fatto cadere a terra per poi essere coperto da un telo e i suoi sensori accecati dalla salsa barbecue.



Fig. 4-1: Robot di sorveglianza Knightscope

Sempre nel 2017 un altro *Knightscope* era stato vandalizzato dopo essere stato atterrato da un ubriaco a Mountain View, la città della Silicon Valley casa di *Google*. Inizialmente possono sembrare dei meri atti goliardici tuttavia rivelano l'emergere di un malcontento dovuto alla paura del nuovo e della diffusione della tecnologia. Ci troviamo ancora agli albori di questa rivoluzione robotica tuttavia sarà bene intervenire per tempo con regole chiare e valide per tutti in modo da evitare potenziali minacce e proteste sociali.

Gli incidenti

Un veicolo *Uber* adattato per supportare la guida autonoma ha investito e ucciso una donna a Tempe, in Arizona. Questa notizia ha fatto il giro del mondo con grande velocità e ha sferrato un duro colpo allo sviluppo e alla credibilità della tecnologia autonoma. Si tratta della prima persona al mondo a morire a causa di un veicolo totalmente autonomo. A morire è stata la quarantanovenne *Elaine Herzberg* la quale stava attraversando alle dieci di sera, con la bicicletta al fianco e non sulle strisce pedonali, una strada a quattro corsie di un sobborgo di Phoenix, Arizona. Il veicolo *Uber* era un SUV *Volvo XC90* a guida autonoma che, al momento dell'impatto, viaggiava a 40 miglia all'ora (65 km/h). Durante il test era presente un operatore al volante che però non è riuscito a prendere il controllo del veicolo in tempo per evitare l'impatto.

Successivamente all'incidente è stato rilasciato dall'azienda il video dell'impatto e *Sylvia Moir* (2018), capo della polizia di Tempe, ha riferito come la visibilità fosse molto poca e che “*sarebbe stato difficile evitare la collisione in qualsiasi tipo di modalità (autonoma o guida umana) basandosi sul fatto che la persona è apparsa da una zona d'ombra proprio in mezzo alla carreggiata*”.

A seguito dell'incidente *Uber* ha annunciato l'immediata sospensione dei test dei suoi veicoli autonomi, le cui sperimentazioni erano in corso anche a Pittsburgh, Toronto, San Francisco e Phoenix. Poco dopo, anche il governatore dell'Arizona, *Doug Ducey*, ha fatto lo stesso bloccando i test sulle strade pubbliche del suo Stato. Il ciclone delle critiche si è allargato così tanto che tutte le aziende coinvolte sono dovute correre ai ripari.

La *Volvo*, brand della vettura coinvolta nell'incidente, ha affermato come non fosse suo il software che controllava l'auto al momento dell'incidente mentre la *Velodyne*, l'azienda più famosa al mondo per la produzione di sistemi *Lidar*, ha contestato ogni accusa dichiarando che i suoi sistemi non erano attivi perché in caso contrario avrebbero individuato il pedone prima dell'impatto. Se invece fosse stato attivo, l'azienda ha puntualizzato come il sistema non si occupa di prendere decisioni ma solo di individuare possibili ostacoli lungo il percorso. Nella serata del 18 marzo il veicolo procedeva a 65 miglia orarie e in una situazione del genere il *Lidar* di *Velodyne* in dotazione ad *Uber*, che emette un fascio di 64 raggi laser separati da un angolo di 0,4 gradi, avrebbe riconosciuto la donna ad oltre 100 metri di distanza permettendo l'arresto del mezzo in 25 metri. *Velodyne* quindi punta il dito contro i sistemi di *Uber* che non hanno funzionato a dovere nell'interpretare i segnali.

Quello descritto sopra non è però l'unico incidente mortale registrato fino ad ora. Due infatti sono le morti dovute ad incidenti di veicoli *Tesla*, anche se nessuna di queste vetture, al contrario di quella di *Uber*, veniva considerata completamente autonoma. Il primo incidente *Tesla* è avvenuto il 7 maggio 2016 e ha coinvolto una *Tesla Model S* che si è scontrata contro un camion che, lungo un'autostrada della Florida, ha svoltato improvvisamente. Il veicolo procedeva a velocità sostenuta e né il mezzo né il passeggero hanno frenato con la conseguenza che lo schianto è risultato fatale per l'uomo a bordo, *Joshua Brown*, un ex *Navy Seals* esperto di elettronica. Dopo otto mesi di indagini l'azienda di *Elon Musk* è stata assolta dall'agenzia federale dei trasporti statunitense, la *National Highway Traffic Safety Administration*, in quanto non è stata riscontrata alcuna anomalia nel sistema di sicurezza montato. Rimane il fatto che l'*Autopilot* di *Tesla* non supporta la guida totalmente autonoma bensì richiede una costante attenzione da parte del guidatore.

La seconda morte invece è avvenuta poco tempo dopo quello di *Uber*. Il 23 marzo 2018 a perdere la vita a Mountain View, a poca distanza da Cupertino, è stato l'ingegnere della *Apple* *Wei Huang* alla guida della sua *Tesla Model X*. Il veicolo era in modalità *Autopilot* quando si è schiantato contro uno spartitraffico dell'autostrada.

Secondo l'azienda di Musk, l'ingegnere non aveva le mani sul volante fino a sei secondi prima dell'incidente, cosa che gli ha impedito di frenare o evitare in tempo il muretto. La ricostruzione di Tesla indica che l'autista ricevette diversi segnali visivi ed uno udibile tuttavia i registri del veicolo mostrano che questo non fece nulla. L'impatto poi fu devastante a causa della barriera che era stata già danneggiata da un precedente incidente e mai sostituita. A prescindere da cosa dice l'azienda, a decidere saranno le autorità che dovranno stabilire cosa sia effettivamente successo.

Tesla però non si è resa protagonista di soli incidenti mortali. Nel 2016 una *Tesla Model X* (vedi fig.4-2) ad esempio è andata in tilt e si è scontrata contro un edificio all'interno di un parcheggio. L'accelerazione era incontrollabile ma fortunatamente a salvare il conducente ci hanno pensato gli airbag. Il 12 maggio 2018 invece è la volta di una *Tesla Model S* la quale ha tamponato un camion dei pompieri fermo ad un semaforo di Salt Lake City, Utah.

Il veicolo viaggiava a 60 miglia orarie (96 km/h) e pare che non abbia frenato prima di scontrarsi contro l'altro mezzo. Al momento non è chiaro se l'auto avesse inserita la modalità di guida semi-autonoma, a chiarirlo saranno le indagini. Sia il guidatore del mezzo dei vigili del fuoco che della Tesla sono salvi con quest'ultimo che però ha riportato la rottura della caviglia, la parte anteriore della *Model S* invece è completamente distrutta.



Fig. 4-2: Incidente Tesla Model X

Tutti questi incidenti finiscono per spaventare le persone che temono un'auto che si muove autonomamente e che improvvisamente diventa incontrollabile. Se però si approfondiscono le statistiche si può notare come già oggi i veicoli semi-autonomi e in parte autonomi siano di gran lunga più sicuri delle auto tradizionali. Ogni anno perdono la vita sulle strade di tutto il mondo 1.25 milioni di persone, 3.400 al giorno che equivale a più di 140 persone ogni ora, si tratta di una strage continua di cui le persone non si rendono conto (solo in Italia le statistiche parlano di 9 morti al giorno).

Secondo un report realizzato da Waymo¹⁸, negli Stati Uniti nel 2014 il 94% degli incidenti è imputabile ad un errore o ad una scelta umana di cui 9,262 per l'alta velocità, 9,967 per abuso di alcool, 3,179 per distrazione ed infine 846 per colpi di sonno. Per quanto riguarda la guida autonoma, le statistiche dicono che su 132 milioni di miglia (212.433.408 km) percorse negli Stati Uniti, gli incidenti sono stati solo 14. Si deduce quindi che uno dei problemi più grandi è rappresentato dalle stesse persone che guidano o camminano per strada ogni giorno. I veicoli ad oggi sviluppati sono praticamente in grado di muoversi autonomamente ma non sono ancora abili a leggere i comportamenti imprevedibili, e a volte irrazionali, degli umani. Un individuo che attraversa improvvisamente e fuori dalle strisce, un'auto che procede in mezzo a due corsie, persone che passano gli incroci con il rosso sono cose ancora incomprensibili per la fredda logica di un computer.

Nonostante il duro colpo all'immagine dell'intero settore, le sperimentazioni continueranno. Probabilmente ci saranno altri incidenti perché, anche se questi veicoli hanno il potenziale per ridurre drasticamente gli incidenti e le morti per strada ciò non vuol dire che possano eliminarli totalmente. Un uso diffuso delle automobili autonome sicuramente ridurrà i tassi di mortalità. I computer, al contrario degli umani, non sono programmati per essere impazienti, arrabbiati o ubriachi. Una strada percorsa da soli mezzi autonomi sarà sicuramente più sicura.

Come afferma Gigi Gaudio (2018), presidente e AD di Icona, azienda italiana che si occupa di guida autonoma, *“fermare i test è come fermare l'orologio per impedire lo scorrere del tempo. Occorre condurre la sperimentazione in condizioni di massima sicurezza, ma non è con annunci di allarmistiche retromarcie che si fa il progresso”*.

¹⁸Waymo Safety Report – On the Road to Fully Self-Driving, Waymo, 2017.

Capitolo 5: Cosa pensano le persone della guida autonoma?

Ormai è noto come le grandi aziende automobilistiche, i colossi tecnologici e le numerose start-up coinvolte considerino la guida autonoma il futuro del settore e dell'intera mobilità, bisogna però capire se le persone, che dovranno utilizzare questi veicoli, sono dello stesso avviso. L'argomento è molto controverso e sono numerosi gli studi che si sono occupati di indagare le diverse correnti di pensiero tra i cittadini di tutto il mondo. Inizialmente il capitolo approfondirà le principali indagini svolte mentre per poi concludere con l'analisi statistica dei risultati di un questionario somministrato ad un campione di persone. L'obiettivo è quello di capire se i trend, individuati dai survey degli esperti del settore, verranno confermati.

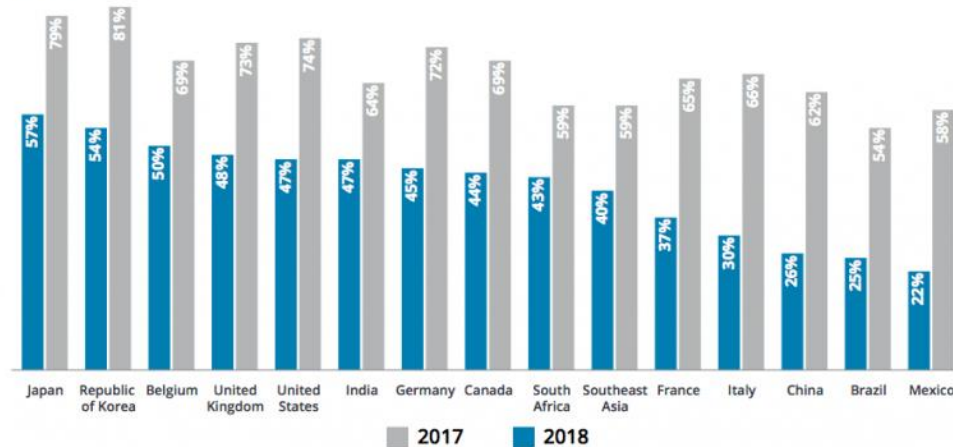
Indagini di settore

Data la rilevanza del tema, sono molti gli studi volti ad individuare i sentimenti verso la guida autonoma. Gli esperti del settore e le case automobilistiche concordano nel fatto che i veicoli autonomi domineranno la scena nel prossimo futuro ma le persone comuni saranno d'accordo? I pareri sono molti e a volte discordanti.

Deloitte che, nel suo *Global Automotive Consumer Study*¹⁹, ha sottoposto a 22.000 persone di 17 paesi diversi un sondaggio sulla guida autonoma, ha confermato un trend positivo nell'accettazione della tecnologia da parte dei consumatori. Dallo studio risulta che gli italiani sono tra quelli più favorevoli e meno intimoriti dall'arrivo di questi veicoli, in quanto solo il 30% è preoccupato per la sicurezza. In generale comunque i dati mostrano un netto calo dei diffidenti rispetto ai sondaggi degli anni precedenti (vedi fig.5-1), chiaro segnale che la rivoluzione della mobilità sta entrando nell'immaginario collettivo. I più scettici sono i giapponesi in quanto solo il 43% ritiene positiva la diffusione della guida autonoma, tuttavia nel 2017 era il 79% a dichiararsi contrario a queste vetture. In un anno quindi 2 persone su 10 hanno cambiato idea. A fare il boom di consensi e a mostrare la maggiore variazione è la Cina dove i consumatori che si dichiarano contrari alla guida autonoma sono passati dal 62% del 2017 al 26% dell'anno successivo. Tale diminuzione è spiegata dal fatto che i consumatori cinesi ritengono troppo alto il numero di morti in incidenti stradali nel loro paese e la guida autonoma potrebbe aiutare ad evitarli.

¹⁹C. Giffi, J. Vitale, *Global Automotive Consumer Study*, Deloitte, 2018.

Figure 1. Percentage of consumers who think fully self-driving vehicles will not be safe (2017 vs. 2018)



Source: 2017 and 2018 Deloitte global automotive consumer studies.

Deloitte Insights | deloitte.com/insights

Fig. 5-1: Percentuale di consumatori che ritengono pericolose i veicoli autonomi (2017 vs 2018) Fonte: Deloitte

Dello stesso avviso il già citato studio di *CapGemini*²⁰, condotto su più di otto mila consumatori in otto mercati chiave, che rivela come i sistemi e gli optional di guida autonoma rappresentino un rilevante *selling point* per i consumatori. Addirittura, l'81% degli interessati si dice disposto a pagare di più per avere in dotazione la funzione di guida autonoma. Sempre più le persone (57%) che superano la propria diffidenza verso i colossi della tecnologia, come *Google* ed *Apple*, e che sono aperte all'acquisto dei veicoli da loro realizzati, nel 2015 erano il 49%. Fattore chiave è la sicurezza informatica che per la maggioranza degli intervistati influenzerà le loro future decisioni di acquisto. I consumatori vogliono un maggior controllo sui dati raccolti e trasmessi dai veicoli e sul come vengono utilizzati dalle aziende.

Contrariamente a quanto rilevato da *CapGemini* e *Deloitte*, la ricerca effettuata per conto di *Mazda* da *Ipsos MORI*, la seconda azienda di ricerca più grande di Inghilterra, su un campione di 11.008 adulti risidenti in 11 mercati europei, che afferma come gli automobilisti non siano così favorevoli allo sviluppo della ricerca tecnologica in campo automotive. Il 66%, infatti, non intende lasciare il controllo al veicolo, ma il dato interessante risiede nel fatto che questo non è il punto di vista dei soli anziani ma anche dei più giovani. La percentuale dei guidatori che non intendono acquistare un mezzo autonomo è del 33% nella fascia di età dei 18/24 anni, del 36% tra coloro che hanno fra i 25/34 anni e del 34% fra quelli tra i 35 ed i 44 anni.

²⁰D. Godau, K. Grambow, N. Gill, R. Mehl, M. Winkler, Beyond the Car, CapGemini, 2017.

Il rifiuto può essere spiegato dal fatto che tra i guidatori e le loro auto si sono instaurate delle vere e proprie relazioni emotive, e in questo gli italiani spiccano. Il 54% degli italiani intervistati infatti dichiara di amare la guida contro il 42% degli europei, 61% se si prendono in considerazione i soli uomini. Con i veicoli si sviluppano delle connessioni intime ed in alcuni casi i mezzi vengono addirittura considerati estensioni della propria personalità. A conclusione dello studio, i ricercatori hanno chiesto agli intervistati se sono a favore o meno dello sviluppo della guida autonoma, solo il 33% risulta attendere con favore l'introduzione di questa tecnologia.

Ad essere preoccupati, secondo l'*American Automobile Association*, non sono solo gli europei ma anche i cittadini americani. Secondo l'indagine condotta dall'AAA il 63% degli intervistati ha paura di utilizzare un veicolo autonomo. Si nota però che la percentuale di diffidenti è scesa di 15 punti rispetto al 2017. Un indice che fa ben sperare. Tra gli americani sono le donne quelle che hanno più paura di salire su uno di questi veicoli, il 73% contro il 52% degli uomini. In America anche la categoria dei cosiddetti *millennials* (15-35 anni) risulta non essere entusiasta (49% degli intervistati). In generale, il 46% dei guidatori ha paura e non si sentirebbe al sicuro se per strada ci fossero auto senza alcun guidatore, di contro il 13% invece sarebbe più tranquillo.

Lo studio del *MIT*, *Advanced Vehicle Technology*²¹ del 2017, rileva che è aumentata la percentuale di coloro che ritengono che un'auto che aiuti attivamente il conducente sia più sicura, tuttavia questa non deve avere il controllo pieno del mezzo. I principali motivi della mancata approvazione da parte dei consumatori verso un mezzo completamente autonomo sono quindi la volontà di non perdere il controllo (35%), mancanza di fiducia nella tecnologia (29%) e paura che un'auto del genere non funzionerà mai correttamente (25%).

Quelli del *MIT* e dell'AAA non sono gli unici studi condotti sui cittadini Americani, tuttavia i risultati essere sempre molto simili. La ricerca²² della *Northeastern University* di Boston in collaborazione con *Gallup*, azienda che si occupa di ricerche di mercato, ha mostrato come più della metà dei guidatori americani teme ancora la guida autonoma (54%) mentre una buona percentuale è ancora indecisa (21%). Il 25% dei 3.200 individui sottoposti al *survey* invece si ritiene entusiasta della tecnologia.

²¹L. Fridman, B. Reimer, L. Angell, S. Seaman, Large-Scale Deep Learning Based Analysis of Driver Behavior and Interaction with Automation, MIT, 2017.

²²Views on the Impact of Artificial Intelligence and Higher Education's Response, Northeastern University & Gallup, 2018.

Anche in questo caso è importante osservare le differenze generazionali all'interno del campione. Il 36% di quelli tra i 18 ed i 35 anni si dichiara favorevole contro il 29% di quelli tra il 36 e i 50, il 19% di quelli tra i 51 ed i 65 e il 12% degli over 66. Ovviamente quest'ultimi avendo guidato per tutta la vita in modo tradizionale hanno delle convinzioni molto più radicate rispetto alle nuove generazioni.

Ciò che si ottiene non è un pensiero comune, tuttavia, complessivamente si nota come le opinioni e la propensione all'uso dei veicoli autonomi stiano migliorando nel corso degli anni. Lo scoglio maggiore più che dai più giovani, abituati a convivere sin da piccoli con le nuove tecnologie, è rappresentato da coloro che hanno un'età più avanzata. Caso da non sottovalutare è quello europeo in cui un'alta percentuale di persone ama la guida ed instaura delle relazioni sentimentali con i propri veicoli.

Analisi della Purchase Intention dei veicoli autonomi di un campione scelto

Lo studio posto a conclusione dell'elaborato si pone come obiettivo quello di individuare quei fattori e quelle caratteristiche che in qualche modo influenzano le intenzioni di acquisto dei consumatori. Si vuole determinare quindi la *Purchase Intention* di uno dei futuri veicoli dotati di un sistema di guida completamente autonomo.

Fondamenti teorici

Per identificare e spiegare i fattori che hanno un impatto sui consumatori vengono utilizzati diversi modelli teorici, tutti derivanti da un concetto teorico comune, la *teoria del comportamento pianificato* (Ajzen, 1991). La teoria spiega il comportamento umano sulla base delle percezioni e delle valutazioni di una persona riguardo a fattori situazionali, a influenze provenienti dalla società e al proprio sistema di valori. La teoria, chiamata in breve *TPB* è un'evoluzione della *teoria dell'azione ragionata (TRA)* di Fishbein e Ajzen (1975), una delle più importanti ed influenti teorie ideate per predire il comportamento umano. Le interrelazioni tra i fattori individuati dalle due teorie sono illustrate nella fig.5-2.

Il *TRA* afferma che il comportamento di una persona è influenzato dal/dalla suo/a *behavioural intention*. Questa intenzione emerge dalle attitudini personali, così come le norme soggettive che si riferiscono al comportamento che una persona ha a seconda delle influenze della sua cerchia sociale.

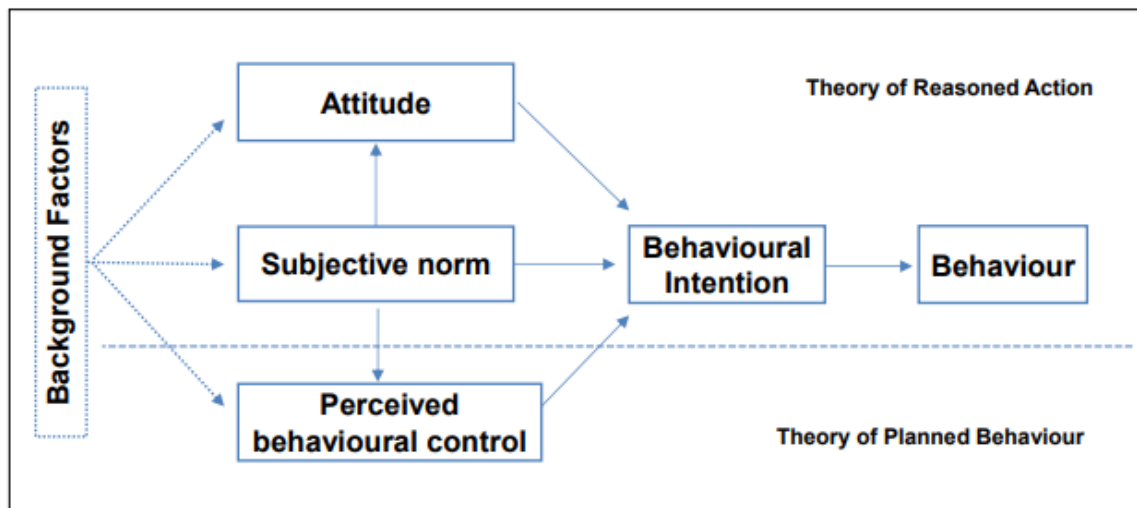


Fig. 5-2: Teorie dell'azione ragionata e del comportamento pianificato. Fishbein e Ajzen (1975) & Ajzen (1991)

Nel TPB l'attitudine verso un comportamento è definita come *“il grado in cui una persona ha un positiva o negativa valutazione del comportamento in questione”*, mentre la norma soggettiva può essere definita come *“la pressione sociale percepita per compiere o meno un determinato comportamento”* (Ajzen, 1991). La versione rivista da Ajzen poi include una terza variabile di influenza, ovvero il *perceived behavioural control* definito come *“la facilità o la difficoltà percepita nell'eseguire un dato comportamento”*. Questa estensione era necessaria in modo da tener conto del comportamento non volontario.

Un approccio più tecnico all'accettazione è stato fornito da Davis (1989). Il suo *Technology Acceptance Model (TAM)* è stato sviluppato a partire dal TRA di Fishbein e Ajzen e fornisce un approccio esplicativo sul perché un individuo adotta o rifiuta l'utilizzo di un sistema tecnologico. Il TAM assume che l'attitudine ad utilizzare una nuova tecnologia è influenzata dal *“grado in cui una persona crede che l'uso di un particolare sistema possa migliorare le sue prestazioni lavorative”* (utilità percepita) e dal *“grado in cui una persona crede che usare un particolare sistema sarebbe privo di alcuno sforzo”* (facilità d'uso), (Davis, 1989). Questo significa che l'atteggiamento di una persona diventa più positivo più lui/lei percepisce il sistema come utile e facile da utilizzare. Nelle versioni successive del TAM (integrate in fig.5-3), l'attitudine verso l'uso di una tecnologia spesso viene trascurata mentre viene focalizzata l'attenzione sulla facilità d'uso e l'utilità percepite, che si assume influenzino direttamente l'intenzione comportamentale e quindi l'utilizzo del sistema (Venkatesh & Davis, 2000).

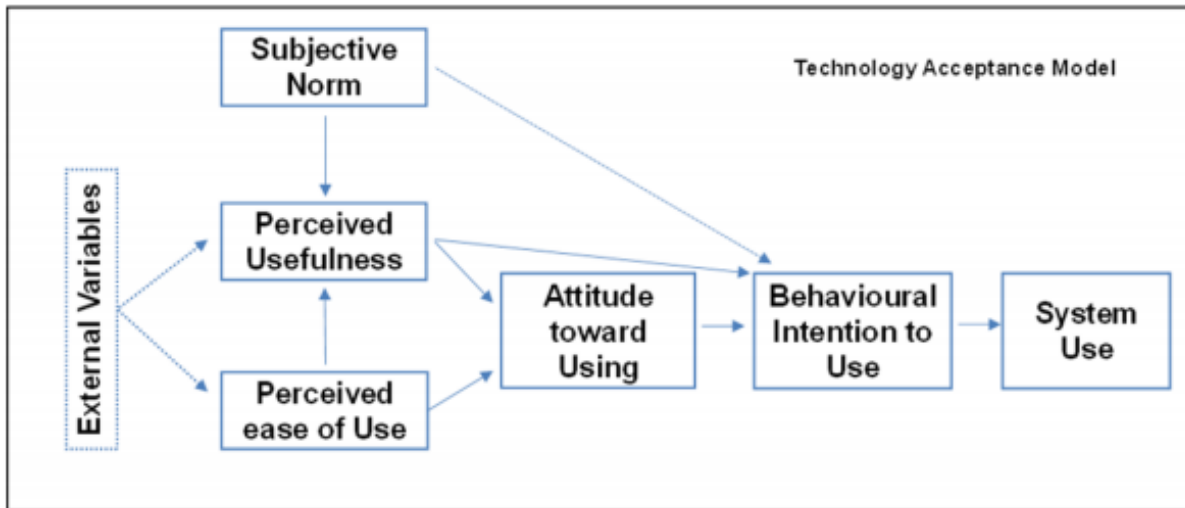


Fig. 5-3: *Technology Acceptance Model (TAM)*. Fonte: Davis (1989)

La versione originale del *TAM* sostiene che l'utilità e la facilità d'uso percepite sono influenzate da altre variabili esterne che tuttavia non vengono definite. Ad individuarle è *Jokisch (2009)* che all'interno del *TAM2*, estensione del primo modello, le divide in variabili riferite a processi sociali, come *voluntariness of use*, *subjective norm* e *system image*, e variabili che si riferiscono a processi cognitivo-strumentali, come *systematic importance*, *quality of results* e *perceptibility of results*. Successivamente vi sono stati sviluppi che hanno visto la norma soggettiva assumere un ruolo chiave e per questo stata discussa nel dettaglio (*Venkatesh & Morris, 2000*).

Un ulteriore e più recente strumento per valutare l'accettazione e l'uso della tecnologia da parte di un individuo è rappresentato dalla cosiddetta *teoria unificata di accettazione e uso della tecnologia (UTAUT)* ideata da *Venkatesh et al. (2003)*. Questa teoria è stata sviluppata principalmente per individuare l'accettazione della tecnologia all'interno delle organizzazioni. Essa rivede ed integra otto modelli legati all'accettazione dell'individuo, tra cui il *TRA*, il *TPB*, il *TAM*, il *modello motivazionale*, un modello che combina il *TAM* e il *TPB* (*C-TAM-TPB*), il modello legato all'utilizzo del computer (*MPCU*), la teoria della diffusione dell'innovazione (*IDT*) e infine la teoria cognitiva sociale (*SCT*).

Come si può vedere nella fig.5-4, il modello *UTAUT* individua e spiega le intenzioni di utilizzare un sistema e il conseguente comportamento di utilizzo sulla base di quattro determinanti chiave quali *Performance expectancy*, *Effort expectancy*, *Social influence* e *Facilitating conditions*.

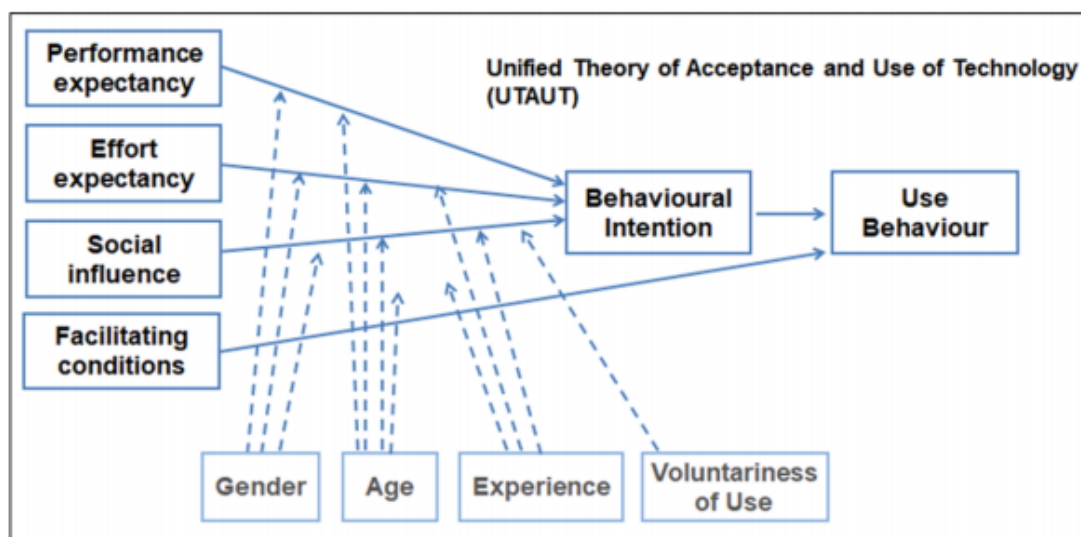


Fig. 5-4: *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)*. Fonte: Venkatesh et al. (2003)

Oltre all'impatto delle componenti di cui sopra, Venkatesh et al. (2003) hanno individuato anche delle influenze moderatrici, rappresentate dalle variabili *Gender*, *Age*, *Experience* e *Voluntariness of Use*, sulle variabili intenzionali/comportamentali. Gli autori considerano il modello *UTAUT* un miglioramento sostanziale rispetto agli otto singoli modelli testati e alle loro estensioni in quanto in grado da solo di sovraperformarli.

La valutazione dell'accettazione della tecnologia attraverso il modello *UTAUT* è utilizzata anche in settori diversi dalla tecnologia dell'informazione, ad esempio i servizi di mobilità o il settore sanitari. Una importante estensione del modello è quello di Adell che lo ha adattato al contesto dei sistemi di supporto dei guidatori. L'autore utilizza una versione riadattata del questionario per valutare l'accettazione di *SASPENCE*, un sistema che assiste il conducente nel mantenere una velocità di sicurezza e una distanza di sicurezza dai veicoli che lo precedono (Adell, 2009). Adell dimostra come l'aspettativa di prestazione e l'influenza sociale hanno un significativo effetto positivo sull'intenzione di utilizzare il sistema, mentre l'aspettativa di sforzo non influisce in modo significativo sull'intenzione di utilizzare *SASPENCE*.

Un modello di accettazione che si avvicina al tema della guida autonoma è il cosiddetto *Modello di Accettazione dei Sistemi di Assistenza alla Guida (MADAS)* ideato da Arndt & Engeln (2008). Questo è simile al *TAM*, in quanto si basa sul *TPB*, ma si differenzia per il fatto che va ad includere anche componenti appartenenti al *modello di accettazione delle misure di tariffazione stradale* (Schlag & Teubel, 1997). Il *MADAS* identifica l'intenzione di acquisto nell'accettazione risultante dalle variabili del *TPB* che sono influenzate dalle caratteristiche percepite del prodotto.

Tali caratteristiche riguardano l'uso dei *DAS* (*Driver Assistance System*) e permettono di valutare il grado in cui gli utenti li approvano/rifiutano. In questo contesto gli autori propongono che l'uso dei *DAS* abbia un impatto sul *Comfort*, sul *Driving Enjoyment*, sulla *Driving Safety*, l'*Eco-Friendliness* e la *Driver Image*. Il *MADAS* valuta quindi le percezioni individuali relative a tutti questi fattori e in aggiunta prende in considerazione anche la *Consumer's Trust* e la *Usability*.

Subjective Norm, descritta come la percezione di un individuo secondo cui le persone importanti per lui/lei ritengono che dovrebbe o non dovrebbe compiere un dato comportamento, risulta essere una variabile chiave nel modello. A differenza del *TPB*, nel modello *MADAS* tale componente ha un impatto indiretto sull'intenzione d'acquisto attraverso l'attitudine all'acquisto dei *DAS*. L'attitudine a sua volta influenza direttamente il controllo comportamentale percepito, descritto come la facilità/difficoltà riscontrata dall'individuo nell'acquistare un *DAS* sulla base delle proprie capacità, risorse e fattori situazionali, e di conseguenza anch'esso va ad influenzare indirettamente l'intenzione d'acquisto. L'ultimo fattore è proprio l'intenzione di acquisto, che si riferisce al grado in cui un individuo ritiene di acquistare in futuro un *DAS*, e che viene usata come sinonimo dell'intenzione comportamentale di Ajzen (1991), un predittore affidabile del comportamento stesso. Il modello *MADAS* è stato poi revisionato nel 2011 dallo stesso Arndt e il risultato si può vedere in fig.5-5.

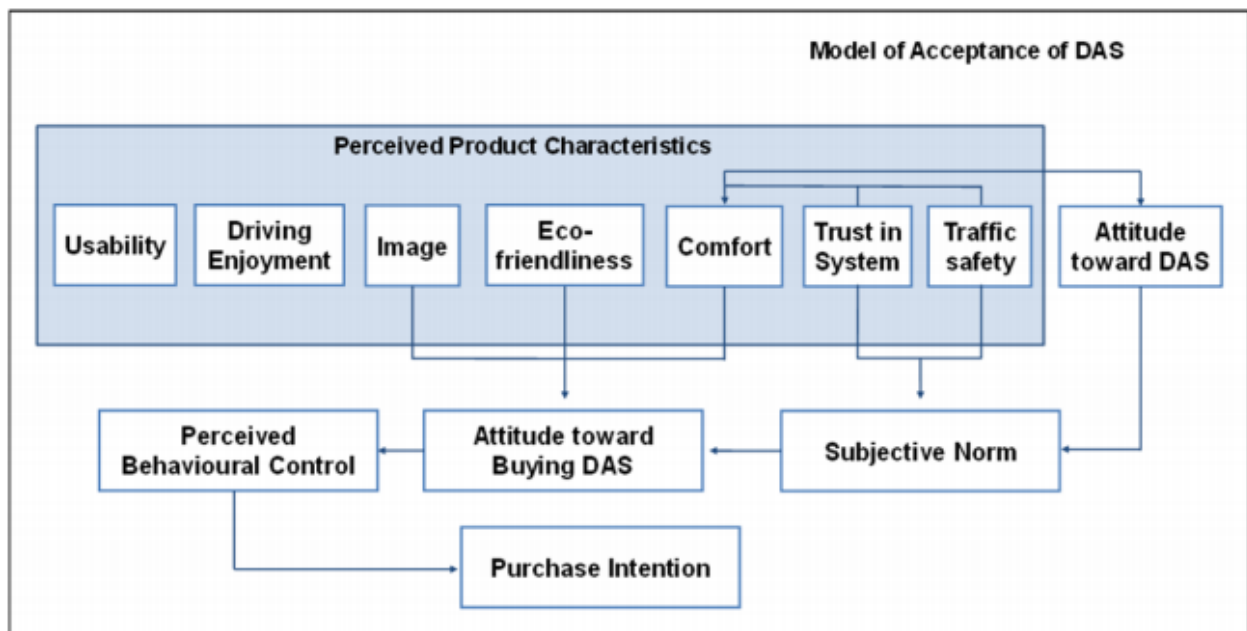


Fig. 5-5: Modello di Accettazione dei Sistemi di Assistenza alla Guida (MADAS). Fonte: Arndt (2011)

Kelkel, sulla base di quello realizzato da *Arndt*, ha ideato un nuovo modello pensato proprio per i sistemi completamente autonomi e senza conducente. Viene ipotizzato che le caratteristiche percepite del prodotto influenzano l'*Attitude* e la *Subjective Norm* che a loro volta determinano la *Purchase Intention* (*Kelkel*, 2015). Sulla base della letteratura esistente l'autore poi ha escluso la variabile *Usability* per inserire i fattori *Time Saving*, *Productivity* e *Utilization*. *Kelkel*, per individuare le relazioni presenti tra le diverse caratteristiche percepite e capire se queste riescono a predire l'intenzione di acquisto del consumatore, ha poi utilizzato analisi fattoriali esplorative.

Le variabili *Trust in System* e *Traffic Safety* sono state unite in modo da realizzare la variabile chiamata *Trust in Safety*. Allo stesso modo, anche le variabili *Utilization*, *Time Saving* e *Productivity* sono state fuse in *Efficiency*. Le successive analisi hanno mostrato l'impatto delle diverse componenti sulla *Purchase Intention*. È risultato che solo le variabili del *TPB*, *Attitude* e *Subjective Norm*, hanno un'influenza diretta sull'intenzione di acquistare veicoli autonomi mentre le caratteristiche *Efficiency*, *Trust in Safety* ed *Eco-Friendliness* influenzano la *Purchase Intention* solo attraverso le variabili *TPB*. In questo contesto *Kelkel* ha rilevato che l'*Attitude* di un individuo è influenzata maggiormente dalla *Trust in Safety*, seguita da *Efficiency* mentre la *Subjective Norm* è determinata dall'*Eco-Friendliness*, *Trust in Safety* e infine dall'*Efficiency*. Le variabili *Comfort* e *Driving Enjoyment* invece risulta che non abbiano alcun effetto né sulle variabili *TPB* né sulla *Purchase Intention*. Il modello risultante è quello in fig.29.

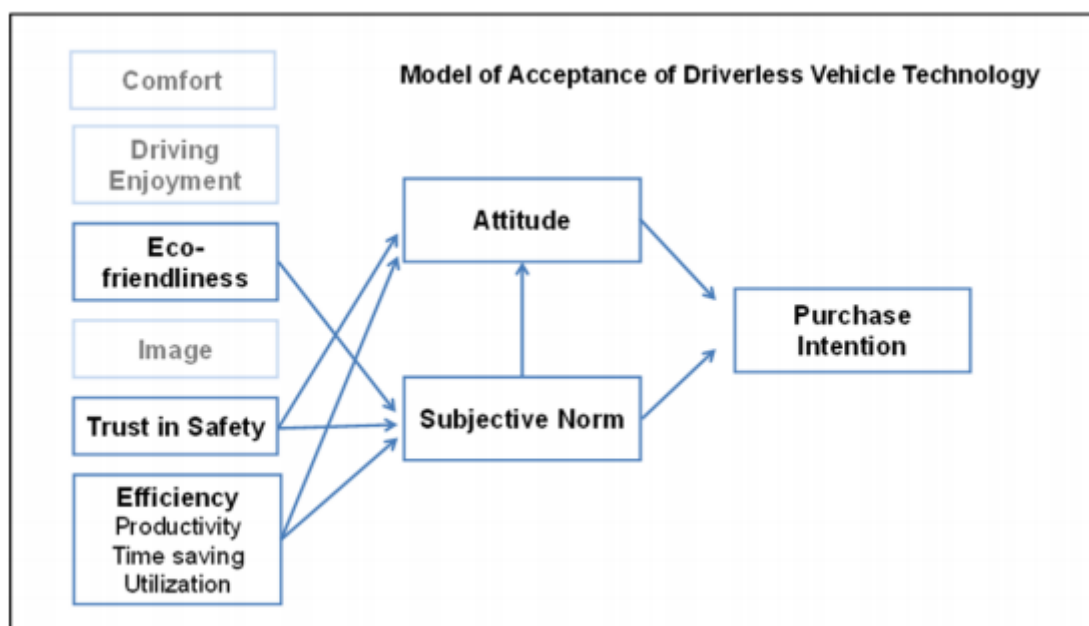


Fig. 5-6: Model of Acceptance of Driverless Vehicle Technology. Fonte: Kelkel (2015)

Il modello di *Kelkel* è quindi una estensione del modello *MADAS* di *Arndt (2011)* che va ad integrare le caratteristiche percepite della tecnologia di guida autonoma per individuare i fattori che determinano l'accettazione e l'intenzione d'acquisto da parte dei consumatori.

Sviluppo delle ipotesi

Sulla base del modello dell'*Accettazione dei Veicoli dotati di Tecnologia Driverless* di *Kelkel* è stato realizzato un nuovo modello. Data la letteratura attuale e i recenti eventi di cronaca si ritiene che un fattore primario, in grado di influenzare la *Purchase Intention*, sia rappresentato dalla fiducia che i consumatori ripongono nel veicolo, nella tecnologia autonoma e nel grado di sicurezza che questi gli attribuiscono. Risulta quindi che, a differenza del modello di *Kelkel*, ad influenzare direttamente la *Purchase Intention* non sono solo *Attitude* e *Subjective Norm* ma anche la variabile *Trust in Safety*, come risulta dalla fig.5-7.

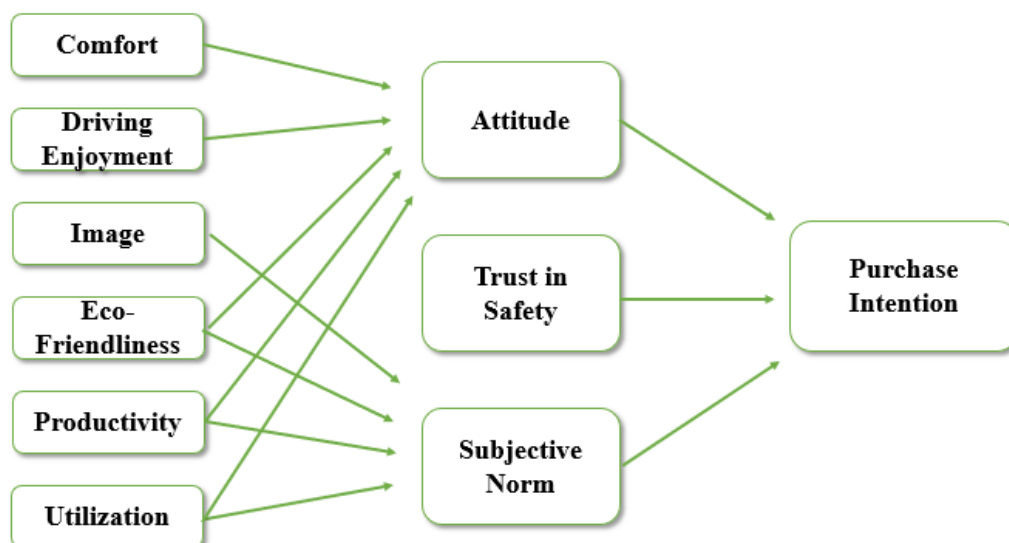


Fig. 5-7: Revised Model of Acceptance of Driverless Vehicle Technology. Fonte: Illustrazione originale

Tale scelta è stata fatta per diversi motivi. Negli ultimi anni il tema della sicurezza dei veicoli ha assunto un ruolo di primo piano, non a caso la stragrande maggioranza degli studi di settore verte principalmente su questa tematica. I risultati mostrano come la fiducia da parte dei consumatori di tutto il mondo stia aumentando con il passare degli anni. Un esempio è quello della Cina dove i consumatori contrari sono passati dal 62% del 2017 al 26% del 2018, nonostante gli incidenti di *Tesla* e *Uber*.

In quest'ottica lo studio, posto a conclusione dell'elaborato, ha come obiettivo quello di individuare quei fattori che influenzano la *Purchase Intention* di un veicolo dotato di un sistema di guida completamente autonoma e a loro volta quali sono le variabili capaci di influenzare tali fattori.

Si possono quindi sviluppare le ipotesi. Come definito da *Arndt (2011)* nel suo *MADAS*, l'*Attitude* consiste nella valutazione emotiva verso un comportamento e una valutazione cognitiva delle conseguenze attese da un dato comportamento. *Arndt* ha identificato la variabile come il più forte predittore per la *Purchase Intention* dei *DAS*. In linea con ciò, si propone:

H1: L'Attitude ha un effetto diretto sulla Purchase Intention.

Come accennato in precedenza, la *Subjective Norm* è determinata dalle aspettative della cerchia sociale dell'individuo e dalla sua intenzione di essere in linea con tali aspettative. Visto l'elevato prezzo dei veicoli e i diversi bisogni in una famiglia, i potenziali acquirenti considerano fortemente l'opinione degli altri nel decidere cosa acquistare (*Davis, 1976*). Inoltre, mentre solo una parte dei benefici viene goduta dall'acquirente, una grande parte spetta agli altri veicoli, ai ciclisti, ai pedoni e all'ambiente sotto forma di esternalità positive (*Anderson et al., 2014; Fagnant & Kockelman, 2013*). Si suppone quindi che sia l'opinione delle persone chiave sia la società in generale determinino una relazione positiva tra *Subjective Norm* e *Purchase Intention*. Da cui:

H2: Subjective Norm ha un effetto diretto sulla Purchase Intention.

La variabile *Trust in Safety* è la risultante di due elementi chiave quali la *Perceived Traffic Safety* e la *Perceived Trust*. La prima consiste nel grado in cui i consumatori percepiscono che la tecnologia della guida autonoma migliora la sicurezza stradale (*Arndt, 2011*). A differenza delle persone i computer non si distraggono a causa di stanchezza, droghe o alcool (*Fagnant & Kockelman, 2013; KPMG & CAR, 2012*) e di conseguenza hanno il potenziale di ridurre drasticamente il numero di incidenti stradali causati da errori umani (*Anderson et al., 2014; Bickerstaffe, 2014; Butterman, 2013; Fagnant & Kockelman, 2013; Hayes, 2011*). *Perceived Trust* invece identifica l'effetto della fiducia dell'individuo nell'accettazione del sistema tecnologico (*Arndt, 2011*). Dato che il veicolo svolgere in completa autonomia tutte le funzioni di guida, solo le persone che ripongono la propria fiducia nel sistema valuteranno il prodotto e formeranno un *Purchase Intention*. La combinazione delle due dà vita ad una variabile chiave del modello che porta ad ipotizzare:

H3: Trust in Safety ha un effetto diretto sulla Purchase Intention

Comfort consiste nel grado in cui un individuo ritiene che il sistema tecnologico abbia un impatto sul comfort percepito alla guida di un'auto (Arndt, 2011). La capacità del sistema di sollevare il conducente dall'onere di dover affrontare situazioni stressanti è stata dimostrata avere un effetto positivo sull'accettazione della tecnologia (Arndt, 2011). Si ipotizza quindi che il comfort influenzerà positivamente l'*Attitude*:

H4a: Comfort ha un effetto diretto su Attitude.

Driving Enjoyment misura il grado in cui un individuo percepisce che un sistema autonomo possa influenzare positivamente il divertimento derivante dalla guida (Arndt, 2011). Arndt nel suo elaborato ha sostenuto che l'accettazione sia influenzata negativamente da un sistema che solleva l'individuo dal piacere della guida e che aumenta la noia, tuttavia l'impatto di una tecnologia completamente autonoma sulla *Driving Enjoyment* rimane non chiaro. Il motivo è dato dal fatto che un individuo può preferire qualcos'altro come leggere, lavorare o socializzare al mero atto della guida. Dato che in un prossimo futuro le persone saranno in grado di decidere quando guidare da sé e quando utilizzare la modalità autonoma allora si ipotizza una relazione positiva tra *Driving Enjoyment* e *Attitude*:

H5a: Driving Enjoyment ha un effetto diretto su Attitude.

Image misura l'effetto che ha un'auto autonoma sull'immagine che trasmette il guidatore e sulla conseguente accettazione della tecnologia (Arndt, 2011). Le auto e le nuove tecnologie vengono spesso utilizzate per esprimere o per migliorare il proprio status anche se in questo caso potrebbe avere un effetto negativo in quanto gli utilizzatori potrebbero essere etichettati come cattivi guidatori. In ogni caso, i benefici saranno molteplici e riguarderanno sia il guidatore che familiari, gli altri guidatori e l'ambiente (Fagnant & Kockelman, 2013). Si ritiene che acquistare un veicolo autonomo sia visto come un beneficio e desiderabile dalla società. Da cui:

H6a: Image ha un effetto diretto su Subjective Norm.

Eco-Friendliness è il grado in cui una persona ritiene che il sistema aiuti a ridurre l'impatto ambientale derivante dalla guida (Arndt, 2011). Grazie ad una guida più lineare e controllata e alla maggior usabilità del veicolo, ci si aspetta che l'utilizzo del combustibile sia più efficiente e quindi rispettoso dell'ambiente (Fagnant & Kockelman, 2014; KPMG & CAR, 2012).

Nell'ultimo decennio il consumo responsabile e la domanda di prodotti sostenibili ha visto un notevole incremento (Webb, Mohr & Harris, 2008). Studi hanno rilevato che questi prodotti non venivano acquistati solo per coscienza ambientale e norme sociali ma anche per migliorare la propria immagine (Kaiser, Wolfing & Fuhrer, 1999; Kim & Chung, 2011; Park & Sohn, 2012). Dato che si ritiene che i veicoli a guida autonoma contribuiranno a migliorare l'ambiente con il loro impatto, allora si ipotizza:

H7a: Eco-Friendliness ha un effetto diretto sull'Attitude.

H7b: Eco-Friendliness ha un effetto diretto su Subjective Norm.

Productivity valuta il grado in cui i consumatori associano all'uso del sistema un supporto nel compiere più obiettivi per loro importanti. La tecnologia autonoma infatti darà la possibilità di lavorare, vedere film, leggere e addirittura dormire mentre il veicolo si muove, il tutto senza alcuno sforzo (Anderson et al., 2014; Fagnant & Kockelman, 2013; Kelly & CNN, 2014). Oltre a questo le auto autonome permetteranno di evitare viaggi faticosi e di raggiungere amici o familiari che si trovano in luoghi poco pratici e lontani. Da cui:

H8a: Productivity ha un effetto diretto sull'Attitude.

H8b: Productivity ha un effetto diretto su Subjective Norm.

La variabile *Utilization* misura il grado in cui individuo crede che utilizzare il sistema permetterà un maggior uso del veicolo ed un risparmio di tempo. Le auto autonome aiuteranno infatti a diminuire i tempi di percorrenza attraverso l'ottimizzazione dei percorsi, il dialogo con le infrastrutture e un uso efficiente delle corsie (Anderson et al., 2014; Fagnant & Kockelman, 2013; KPMG & CAR, 2012). Per quanto riguarda il maggior uso, secondo Shoup (2005) un'auto tipica rimane ferma parcheggiata circa il 95% della durata della sua vita. Dal momento che un veicolo autonomo è in grado di lasciare e prendere diversi membri della famiglia durante la giornata, l'utilizzo dello stesso sarà sicuramente molto maggiore (Fagnant & Kockelman, 2014). Si ipotizza quindi:

H9a: Utilization ha un effetto diretto sull'Attitude.

H9b: Utilization ha un effetto diretto su Subjective Norm.

Misurazioni e Data collection

Lo studio sottostante si basa su un questionario ed utilizza principalmente *item* e scale testati in precedenza. Gli *item* utilizzati e le fonti sono mostrate nella tabella 5-1. Tutte le variabili vengono misurate con una *5-point Likert scale* che va da (1) “In completo disaccordo” fino a (5) “Completamente d’accordo” con (3) “Né in accordo né in disaccordo” nel mezzo. Unica eccezione è fatta per la variabile *Attitude* che è stata misurata utilizzando la *rating scale semantic differential* con 5 punti tratta da Ajzen & Fishbein (2002).

Tabella 5-1: *Item del questionario*

Costrutto	Item	Fonte
<i>Comfort</i>	L’auto a guida autonoma permette al guidatore di rilassarsi mentre guida	Arndt (2011)
	L’auto a guida autonoma aumenta il livello di stress del guidatore	
<i>Eco-Friendliness</i>	L’auto a guida autonoma permette una guida attenta all’ambiente	Arndt (2011)
	L’auto a guida autonoma mi aiuta a risparmiare carburante	
<i>Productivity</i>	Trovo che l’auto a guida autonoma possa aiutarmi ad aumentare le possibilità di fare cose per me importanti	Venkatesh et al. (2003)
	Trovo che l’auto a guida autonoma possa aiutarmi a fare le cose più velocemente	Kelkel (2015)
<i>Utilization</i>	Trovo che l’auto a guida autonoma possa aiutarmi a ridurre i tempi per arrivare a destinazione	Kelkel (2015)
	Trovo che l’auto a guida autonoma possa aiutarmi a risparmiare tempo	
	Trovo che l’auto a guida autonoma possa permettere una condivisione più efficiente dell’auto	
	Trovo che l’auto a guida autonoma possa permettere un migliore/maggiore uso dell’auto	
<i>Driving Enjoyment</i>	L’auto a guida autonoma rende noioso guidare	Arndt (2011)
	L’auto a guida autonoma aumenta il piacere di guida	

<i>Image</i>	Penso che l'auto a guida autonoma peggiori l'immagine del proprietario Penso che l'auto a guida autonoma sia imbarazzante da utilizzare di fronte a colleghi/amici Penso che l'auto a guida autonoma verrà utilizzata da persone che non si sentono sicure alla guida	Arndt (2011)
<i>Trust in Safety</i>	L'auto a guida autonoma aumenta la sicurezza stradale L'auto a guida autonoma aiuta a ridurre il rischio di incidenti L'auto a guida autonoma guida nel mio interesse L'auto a guida autonoma è qualcosa di cui non mi fido	Arndt (2011) Kelkel (2015)
<i>Attitude</i>	Penso che acquistare un'auto a guida autonoma sia una cosa: Cattiva/Buona Penso che acquistare un'auto a guida autonoma sia una cosa: Per niente utile/Utile Penso che acquistare un'auto a guida autonoma sia una cosa: Non piacevole/Piacevole Penso che acquistare un'auto a guida autonoma sia una cosa: Non importante/Importante Penso che acquistare un'auto a guida autonoma sia una cosa: Dannosa/Benefica	Ajzen & Fishbein (2002)
<i>Subjective Norm</i>	Penso che i miei amici comprerebbero un'auto a guida autonoma I miei amici mi incoraggierebbero a comprare un'auto a guida autonoma La mia famiglia apprezzerrebbe se avessi un'auto a guida autonoma In generale le persone troverebbero positivo se possedessi un'auto a guida autonoma	König (2005) Arndt (2004a) Meyer (2002)
<i>Purchase Intention</i>	Mi piacerebbe avere un'auto a guida autonoma Considererò l'acquisto di un'auto a guida autonoma Appena la tecnologia è disponibile, pianificherò l'acquisto di un'auto a guida autonoma	Meyer (2002) Arndt (2011)

Per raccogliere i dati necessari alle analisi, è stato realizzato sulla piattaforma *Qualtrics* un questionario rimasto online dal 24 al 30 maggio 2018. Il *survey* è stato distribuito online attraverso chat private, sulla piattaforma *WhatsApp*, e social network, in particolar modo *Facebook* con la condivisione sul profilo personale e sui gruppi i cui temi erano affini alla guida autonoma. La struttura del questionario è costituita da tre sezioni principali come mostrato in figura 5-8.



Fig. 5-8: Sezioni del questionario

Analizzando i dati ottenuti con il programma statistico *STATA*, è stato visto come non tutti avevano completato per intero il questionario somministrato. Si è deciso quindi di eliminare i dati di quei rispondenti che non avevano concluso il *survey*, così da garantire l'uso di un campione ottimale per tutte le variabili impiegate nella ricerca.

Dopo aver eliminato i dati sopra menzionati, il *sample* risultante contava 203 partecipanti così composto: 104 uomini (51.23%) e 99 donne (48.77%). Di questi 203 rispondenti, 143 (70.44%) risulta che abbiano un'auto personale mentre i rimanenti 60 ne sono sprovvisti (29.56%). Per quanto riguarda l'età, 100 rispondenti, che rappresentano 49.26% del campione, appartengono alla fascia di età 17-24 anni mentre altri 95 appartengono alla fascia d'età 25-34. Insieme costituiscono il 96.06% del *sample*. 6 rispondenti fanno invece parte della fascia 35-44 e 2 a quella 45-55.

Analisi e risultati

Per prima cosa, siccome per ciascuna variabile sono state utilizzate delle *multi-item scales*, sono stati condotti preliminarmente dei test sull'affidabilità delle scale attraverso la cosiddetta *analysis scale*. Per testare l'affidabilità è stato calcolato il *Cronbach's alpha*, misura comune dell'affidabilità interna delle *multi-item scales* il cui valore è compreso tra 0 a 1 ma solo i valori superiori a 0.60 sono ritenuti affidabili e quindi presi in considerazione. I risultati dell'affidabilità sono riportati di seguito:

- Il costrutto *Comfort* ha due item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.6468, ciò significa che l'affidabilità non è un problema.
- Il costrutto *Eco-Friendliness* ha due item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.7201, un buon coefficiente di affidabilità.
- Il costrutto *Productivity* ha due item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.7463, un buon coefficiente di affidabilità.
- Il costrutto *Utilization* ha quattro item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.6987, un buon coefficiente di affidabilità.
- Il costrutto *Driving Enjoyment* ha due item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.6645, anche in questo caso un buon coefficiente di affidabilità.
- Il costrutto *Image* ha tre item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.7796, un coefficiente di affidabilità molto buono, tuttavia questo sale a 0.8801 nel caso venga escluso il terzo item in quanto non affidabile (*Appendice 1.1*).
- Il costrutto *Trust in Safety* ha quattro item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.7354, tuttavia risulta pari a 0.7757 senza l'item 4 quindi si è deciso di non includerlo nella media della scala (*Appendice 1.2*).
- Il costrutto *Attitude* ha cinque item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.8510, un coefficiente di affidabilità molto buono.
- Il costrutto *Subjective Norm* ha quattro item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.8525, un coefficiente di affidabilità molto buono.
- Il costrutto *Purchase Intention* ha tre item il cui coefficiente *alpha* è pari a 0.8965, anche in questo ultimo caso un coefficiente di affidabilità molto buono.

Una volta confermata l'affidabilità delle scale mediante il calcolo del *Cronbach's alpha*, è stata utilizzata la *Factor Analysis* per studiare la validità di tutte le *multi-item scales*. Come nell'esempio riportato in *Appendice 1.3*, ciascuna analisi mostra sempre un solo *eigenvalue* il cui valore è superiore ad 1. È stato quindi possibile generare una variabile in grado di rappresentare la media degli item di ogni costrutto. I valori delle variabili sono stati poi arrotondati grazie al comando *round*.

Dopo aver generato le nuove variabili, è stata calcolata la media e la *Standard Deviation* per ciascuna di esse (*Appendice 1.4*). La media della *Purchase Intention* risulta essere pari a 3.32 con una *Standard Deviation* pari ad 1. Un risultato incoraggiante in quanto il dato indica come in media i rispondenti del campione siano propensi all'acquisto di un veicolo autonomo. In basso, la tabella 5-2 riassume i dettagli delle variabili generate:

Tabella 5-2: *Dettaglio costrutti generati*

Costrutto	Media	Dev. Std.	Reliability
Comfort	3.83	0.82	$\alpha = 0.65$
Eco-Friendliness	3.86	0.74	$\alpha = 0.72$
Productivity	3.54	0.89	$\alpha = 0.75$
Utilization	3.4	0.79	$\alpha = 0.70$
Driving Enjoyment	2.77	1.04	$\alpha = 0.66$
Image	4	0.93	$\alpha = 0.88$
Trust and Safety	3.56	0.86	$\alpha = 0.78$
Attitude	3.48	0.91	$\alpha = 0.85$
Subjective Norm	3.37	0.8	$\alpha = 0.85$
Purchase Intention	3.32	1.00	$\alpha = 0.90$

Una volta appurata la generale propensione del campione si può indagare se vi sia una differenza significativa tra uomini e donne e possessori e non di auto nelle intenzioni di acquisto. Nel primo caso avremo:

H0: Non ci sono differenze nella media tra uomini e donne per quanto riguarda la *Purchase Intention*.

H1: Ci sono differenze nella media tra uomini e donne per quanto riguarda la *Purchase Intention*.

Mentre nel secondo caso:

H0: Non ci sono differenze nella media tra possessori e non di auto per quanto riguarda la *Purchase Intention*.

H1: Ci sono differenze nella media tra possessori e non di auto per quanto riguarda la *Purchase Intention*.

Per rilevare le possibili differenze è stato utilizzato un *independent t-test* (Appendice 1.5), il quale compara le medie di due gruppi indipendenti per la variabile dipendente. Innanzitutto, si può vedere come la media del campione relativa alla *Purchase Intention* sia:

- Per gli uomini pari a 3.67
- Per le donne pari a 3.27

Sebbene la media degli uomini sia più grande di quella delle donne, non sappiamo ancora se tale differenza sia significativa così da considerarla per l'intera popolazione. Ciò verrà capito facendo l'*independent t-test*. Dal momento che abbiamo una *two-sided hypothesis* viene utilizzato un' $\alpha/2$ pari 0.005 come riferimento. Il *two sample t-test*, con 201 gradi di libertà e una *t* uguale a 0.6587, mostra come il *P value* sia pari a 0.5109. Il *P value* quindi non è più piccolo di 0.005, non rigettiamo *H0*. Con il 99% di confidenza, si può dire che la differenza tra le medie di uomini e donne, per quanto riguarda la *Purchase Intention*, non è statisticamente significativa. Il risultato poi non cambia se si assume che uomini e donne hanno differenti varianze. Il *P value* è uguale a 0.5102 e quindi anche in questo caso non è minore di 0.005 e non si rigetta *H0*.

Un ulteriore *independent t-test* (Appendice 1.6) è stato poi condotto per valutare eventuali differenze tra possessori e non di auto riguardo la *Purchase Intention*. La media del campione è:

- Per i possessori di auto pari a 3.23
- Per i non possessori di auto pari a 3.3

Nonostante la media dei non possessori di auto sia più grande di quella dei possessori, non sappiamo se tale differenza sia significativa così da applicarla all'intera popolazione. Verrà quindi fatto un altro *independent t-test*. Anche in questo caso viene utilizzato un' $\alpha/2$ pari 0.005 come riferimento.

Il *two sample t-test*, con 201 gradi di libertà e una *t* uguale a -0.1859, mostra come il *P value* sia pari a 0.8527, segue che non rigettiamo *H0*. Con il 99% di confidenza, la differenza tra le medie di possessori e non di auto, per quanto riguarda la *Purchase Intention*, non è statisticamente significativa. Il risultato non cambia se assumo che questi hanno differenti varianze. Il *P value* infatti è uguale a 0.8478, minore del precedente caso ma comunque di molto superiore a 0.005 quindi non rigettiamo *H0*.

Prima di svolgere le regressioni ed individuare i possibili effetti che alcune variabili hanno su di altre, si effettua l'analisi delle correlazioni. Il *coefficiente di Pearson* è una misura della forza e della direzione delle associazioni che esistono tra due variabili continue. La correlazione genera un coefficiente chiamato *coefficiente di correlazione di Pearson*, noto come *r*, il quale traccia una linea di *best fit* con i dati di due variabili e poi indica quanto sono lontani da questa. Il coefficiente quindi mostra quanto bene i dati si adattano al nuovo modello/linea di miglior adattamento. Il valore risultante può andare da -1 per una perfetta relazione lineare negativa fino a +1 per una perfetta relazione lineare positiva. Il valore 0 indica che non vi è relazione tra le due variabili. Come si può vedere in *Appendice 1.7* tutte le correlazioni risultano positive e significative per un livello di confidenza pari al 99%. L'associazione più alta è pari a 0.6471 ed è tra *Purchase Intention* e *Subjective Norm* mentre quella più bassa è pari a 0.3594 ed è tra *Purchase Intention* e *Utilization*.

Una volta conclusi questi passaggi si può procedere con le regressioni che andranno ad individuare gli eventuali effetti che le variabili hanno sulle altre. Come prima cosa si cercherà di capire se le variabili *Attitude*, *Trust in Safety* e *Subjective Norm* hanno un qualche effetto sulla *Purchase Intention* come riportato nelle prime tre ipotesi. Si decide quindi di svolgere una regressione multipla. Le ipotesi che ne derivano sono:

H0: I coefficienti di regressione delle variabili indipendenti sono uguali a 0 (le variabili *Attitude*, *Trust in Safety* e *Subjective Norm* non hanno alcun effetto sulla *Purchase Intention*).

H1: I coefficienti di regressione delle variabili indipendenti non sono uguali a 0 (le variabili *Attitude*, *Trust in Safety* e *Subjective Norm* hanno un effetto sulla *Purchase Intention*).

Come si può vedere in *Appendice 1.8*, la stima del modello $F(3,199) = 69.10$ mentre $Prob > F = 0.0000$ il quale è minore del livello di significatività $\alpha = 0.05 \rightarrow$ Significativo, quindi rigettiamo *H0*. Almeno uno dei coefficienti è diverso da 0.

Il modello ha potere esplicativo, il coefficiente di determinazione *R-squared* è pari a 0.5102 mentre l'*Adj R-squared* è uguale a 0.5028. Questo significa che il 51% della *Purchase Intention* è spiegato dalle tre variabili indipendenti. *R-square* mostra infatti l'ammontare di varianza di *Y* spiegata da *X*. Una volta analizzato il quadro generale si può passare ad esaminare con attenzione ciascun coefficiente. Le prime tre ipotesi del modello erano:

H1: L'Attitude ha un effetto diretto sulla Purchase Intention.

I risultati per la variabile nella regressione mostrano che la *t* è pari a 4.96 e quindi, per un livello di significatività (*alpha*) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi fatta.

H2: Subjective Norm ha un effetto diretto sulla Purchase Intention.

I risultati per la variabile mostrano che la *t* è pari a 7.55 e quindi, per un livello di significatività (*alpha*) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi fatta.

H3: Trust in Safety ha un effetto diretto sulla Purchase Intention

I risultati per la variabile mostrano che la *t* è pari a 2.11 e quindi, per un livello di significatività (*alpha*) dell'5%, è superiore a 1.96. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi fatta.

Dall'analisi dei singoli coefficienti risulta che le variabili *Attitude* e *Subjective Norm* hanno un effetto, per un livello di significatività dell'1%, sulla *Purchase Intention* mentre *Trust in Safety* ha sì un effetto ma per un livello di significatività del 5%. Gli effetti sono positivi in quanto i segni sono positivi. All'aumentare dell'*Attitude*, di *Subjective Norm* e della *Trust in Safety* aumenta anche la *Purchase Intention*. Aggiungendo *beta* al comando della regressione si può poi calcolare la magnitudo degli effetti sulla variabile dipendente. La variabile più importante è *Subjective Norm* (Standardized Beta = 0.4501073), poi *Attitude* (Standardized Beta = 0.2927625) e per ultima *Trust in Safety* (Standardized Beta = 0.1210218). Conclusa la regressione si utilizza il comando *vif* per verificare la presenza di multicollinearità. Il termine collinearità indica che due variabili sono in prossimità di perfette combinazioni lineari l'una dell'altra. Quando sono coinvolte più di due variabili, allora si tratta di multicollinearità.

La preoccupazione principale è che quando il grado di multicollinearità aumenta, le stime dei coefficienti del modello diventano instabili e gli *standard error* possono essere gonfiati. In questo caso comunque non vi è multicollinearità poiché i valori del *vif* sono inferiori a 10. Dopo aver svolto il modello di regressione lineare, si utilizza il comando *ologit* per stimare invece il modello ordinato di regressione logistica, un modello di regressione per le variabili dipendenti ordinali.

Si tratta della forma funzionale corretta da un punto di vista matematico in quanto a differenza della regressione lineare prende in considerazione esclusivamente i valori degli *item* delle variabili che in questo caso vanno da 1 a 5 (scala *Likert*). La tabella *ologit* risultante (*Appendice 1.9*) conferma quanto riscontrato con la regressione multipla. Sia la variabile *Attitude* ($z = 4.98$) che *Subjective Norm* ($z = 6.55$) sono statisticamente significative per un livello di significatività dell'1% mentre *Trust and Safety* ($z = 2.51$) lo è per un livello del 5%.

La successiva regressione multipla (*Appendice 1.10*) intende studiare se le variabili *Comfort*, *Driving Enjoyment*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* hanno un qualche effetto sull'*Attitude*. Le ipotesi che seguono sono:

H0: I coefficienti di regressione delle variabili *Comfort*, *Driving Enjoyment*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* sono uguali a 0 (non hanno alcun effetto sull'*Attitude*).

H1: I coefficienti di regressione delle variabili *Comfort*, *Driving Enjoyment*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* non sono uguali a 0 (hanno un effetto sull'*Attitude*).

La stima del modello è $F(5,197) = 28.20$ mentre $Prob > F = 0.0000$ il quale è più piccolo del livello di significatività $\alpha = 0.05 \rightarrow$ Significativo, quindi rigettiamo *H0*. Il coefficiente *R-squared* = 0.4172, ciò vuol dire che il 42% dell'*Attitude* è spiegato dalle cinque variabili considerate. Si passa quindi ad esaminare i singoli coefficienti. Le ipotesi sono:

H4a: *Comfort* ha un effetto diretto sull'*Attitude*.

I risultati per la variabile *Comfort* mostrano che la *t* è pari a 3.85 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi.

H5a: Driving Enjoyment ha un effetto diretto sull'Attitude.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 3.53 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta H_0 e si conferma l'ipotesi.

H7a: Eco-Friendliness ha un effetto diretto sull'Attitude.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 2.25 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'5%, è superiore a 1.96. Significativo, quindi si rigetta H_0 e si conferma l'ipotesi.

H8a: Productivity ha un effetto diretto sull'Attitude.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 2.07 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'5%, è superiore a 1.96. Significativo, quindi si rigetta H_0 e si conferma l'ipotesi.

H9a: Utilization ha un effetto diretto sull'Attitude.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 2.76 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta H_0 e si conferma l'ipotesi.

L'analisi dei singoli coefficienti mostra che le variabili *Comfort*, *Driving Enjoyment* e *Utilization* hanno tutte un effetto positivo sull'*Attitude* per un livello di significatività dell'1% mentre *Eco-Friendliness* e *Productivity* hanno sì un effetto statisticamente significativo ma per un livello di significatività dell'5%. In merito alla magnitudine la variabile più importante è *Comfort* (S. Beta = 0.2404802), di seguito *Enjoy* (S. Beta = 0.2107903), *Utilization* (S. Beta = 0.1943618), *Productivity* (S. Beta = 0.1446163) ed infine *Eco-Friendliness* (S. Beta = 0.1408169). Anche in questo caso non vi è multicollinearità in quanto i valori del *vif* sono inferiori a 10. Svolta la regressione multipla si effettua la regressione logistica.

La tabella *ologit* risultante (*Appendice 1.11*) conferma quanto riscontrato con la regressione multipla. Tutte le variabili risultano statisticamente significative. A variare è solo la variabile *Utilization* che anziché essere significativa per un livello dell'1% come nella regressione multipla, lo è per un livello del 5%.

Per concludere, si effettua un'ultima regressione multipla (*Appendice 1.12*) che intende studiare gli effetti delle variabili *Image*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* sulla variabile *Subjective Norm*. Le ipotesi sono:

H0: I coefficienti di regressione delle variabili *Image*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* sono uguali a 0 (non hanno alcun effetto su *Subjective Norm*).

H1: I coefficienti di regressione delle variabili *Image*, *Eco-Friendliness*, *Productivity* e *Utilization* non sono uguali a 0 (hanno un effetto su *Subjective Norm*).

La stima del modello $F(4,198) = 17.56$ mentre $Prob > F = 0.0000$ il quale è più piccolo del livello di significatività $\alpha = 0.05 \rightarrow$ Significativo, quindi rigettiamo *H0*. Il coefficiente $R\text{-squared} = 0.2619$, ciò vuol dire che il 26% di *Subjective Norm* è spiegato dalle quattro variabili considerate. Si passa quindi ad esaminare ciascun coefficiente. Le ipotesi erano:

H6a: Image ha un effetto diretto su Subjective Norm.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 4.78 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi.

H7b: Eco-Friendliness ha un effetto diretto su Subjective Norm.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 0.59. La t quindi non risulta significativa perciò non si rigetta *H0*. *Eco-Friendliness* non ha un effetto diretto su *Subjective Norm*.

H8b: Productivity ha un effetto diretto su Subjective Norm.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 2.71 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'1%, è superiore a 2.58. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi.

H9b: Utilization ha un effetto diretto su Subjective Norm.

I risultati per la variabile mostrano che la t è pari a 1.98 e quindi, per un livello di significatività (α) dell'5%, è superiore a 1.96. Significativo, quindi si rigetta *H0* e si conferma l'ipotesi.

L'analisi dei singoli coefficienti mostra che le variabili *Image* e *Productivity* hanno un effetto positivo per un livello di significatività dell'1% su *Subjective Norm* mentre *Utilization* ha sì un effetto statisticamente significativo ma per un livello di significatività del 5%. In merito alla variabile *Eco-Friendliness*, questa invece non ha un effetto significativo. Lo studio della magnitudine mostra che la variabile più importante è *Image* (S. Beta = 0.3052633) mentre l'ultima è proprio *Eco-Friendliness* (S. Beta = 0.0405452). Non vi è multicollinearità in quanto i valori del *vif* sono inferiori a 10. Dopo aver svolto la regressione multipla si svolge la regressione logistica. La tabella *ologit* (Appendice 1.13) conferma quanto riscontrato nella regressione multipla. Sia la variabile *Image* ($z = 4.28$), *Productivity* ($z = 2.81$) sono statisticamente significative per un livello dell'1% mentre *Utilization* ($z = 2.00$) lo è per un livello del 5%. Anche in questo caso *Eco-Friendliness* non risulta significativa ($z = 0.67$).

Limiti dello studio

Lo studio realizzato, seppur indicativo di un trend in atto, ha dei limiti. Il questionario è stato condotto esclusivamente in Italia e per rispondenti italiani, perciò i risultati non possono essere applicati ad altri paesi. Il survey è stato distribuito online quindi non può essere rappresentativo dell'intera popolazione italiana. In Italia, infatti, come certificato da *Istat* per il 2017, circa una famiglia su tre non ha ancora accesso ad Internet nella propria abitazione. Anche la dimensione del campione raggiunto ($N = 203$) poi deve essere considerata come una limitazione in quanto è necessario un numero di gran lunga superiore per ottenere stime affidabili dei parametri oggetto di studio. Altro punto da considerare è che il 96.06% dei rispondenti appartengono alla fascia di età dell'autore (17-34), ciò significa che non possono essere pienamente rappresentativi della popolazione.

Infine, poiché la tecnologia non è ancora disponibile sul mercato ma è ancora in fase di sperimentazione e non può essere stata provata dai rispondenti, è stato deciso di dare una breve descrizione dei sistemi di guida completamente autonomi (Appendice 2.1) da leggere prima di rispondere al sondaggio. I risultati del questionario somministrato potrebbero essere distorti a causa di questa introduzione realizzata ad hoc per lo studio.

Conclusioni

L'*Automotive*, attraverso lo studio approfondito delle sue radici storiche-culturali, mostra essere un settore incredibilmente versatile sempre volto all'innovazione ed al progresso. Le automobili, sin dalle prime realizzazioni, hanno reinventato la cultura della mobilità, il trasporto per tutti. Ci si trova di fronte ad un lungo percorso, caratterizzato da numerose tappe e che adesso vede una significativa svolta nel processo innovativo dello studio dell'intelligenza artificiale e della sua applicazione in campo automobilistico.

L'*Artificial Intelligence (AI)* non solo cambierà la mobilità così come siamo abituati a conoscerla ma permetterà di innovare il settore e l'indotto di appartenenza. Sistemi di *cloud computing*, l'accesso e l'analisi dei *big data* diverranno la normalità per le aziende che effettueranno in maniera sempre più importante investimenti nei propri dipartimenti *IT (Information Technology)*. La chiave sarà quella di conoscere e coccolare al meglio il cliente anticipando i suoi bisogni e rendendo la sua esperienza d'acquisto il più piacevole possibile. Ma non solo, sarà l'intero *customer journey* ad essere influenzato dall'*Artificial Intelligence*. *Targeting intelligenti* consentiranno di identificare e raggiungere in modo mirato il target desiderato di clienti, garantendo al contempo un'assistenza personalizzata per ciascuno di essi. I nuovi *chatbot*, sempre più "umanizzati", inoltre garantiranno un supporto 24/7 volto a risolvere le diverse problematiche e ad accrescere la *loyalty* che il cliente ha verso il prodotto e l'azienda.

Le aziende, di qualunque dimensione, dovranno quindi aggiornare le proprie strutture interne per adeguarsi ad un mondo che evolve. La tecnologia viaggia veloce e ogni giorno ci sono delle novità che possono essere applicate alla propria attività. La figura del venditore sta mutando, supportato dalla nuova tecnologia; deve tenersi costantemente aggiornato così da soddisfare una clientela più informata e competente. Sta cambiando anche la stessa vendita delle auto, ed un esempio è rappresentato dai colossi tecnologici cinesi come *Alibaba* e *Tmall* che, con l'*e-commerce* e le innovative *Vending Machine*, sta sfruttando appieno le potenzialità date dall'intelligenza artificiale. La cultura cinese, a differenza di quella occidentale, ha un approccio tecnologico e meno "umano", per questa ragione tali innovazioni trovano un terreno fertile per svilupparsi. Si tratta però di segnali di un cambiamento in atto, un cambiamento che magari potrebbe essere recepito in occidente in altra forma, che non devono essere sottovalutati con il rischio di trovarsi impreparati.

La guida autonoma rappresenta a pieno titolo una delle applicazioni più studiate e attese dell'AI. Case automobilistiche, startup ed esperti di settore ritengono che sia il futuro della guida. Una guida basata sull'intelligenza artificiale, la raccolta e l'analisi di grandi quantità di dati. Si tratta di una tecnologia che viene sviluppata sin dagli anni '20 e che oggi non può più essere considerata un mero sogno. Dalla guida su strada, in mare e o in zone guerra, l'AI determinerà un cambiamento radicale.

La guida autonoma cambierà profondamente il modo di intendere lo spostamento che esiste da più di 130 anni e che è parte della vita quotidiana delle persone. Le paure e le diffidenze verso la novità hanno da sempre caratterizzato il genere umano perciò si può immaginare un processo di accettazione lungo e difficoltoso. Ovviamente vi sono i cosiddetti *early adopters*, appassionati di tecnologia e novità, che già oggi sperimentano in prima persona veicoli non ancora totalmente affidabili ed autonomi, tuttavia, le grandi *company* automobilistiche e *tech* dovranno impegnarsi a fondo sia sullo sviluppo dei veicoli che sulla comunicazione, così da riuscire ad introdurre nell'immaginario collettivo l'innovazione stimolando le persone all'acquisto.

In quest'ottica lo studio posto a conclusione dell'elaborato ha come obiettivo quello di individuare quei fattori che influenzano la *Purchase Intention* di un veicolo dotato di un sistema di guida completamente autonoma e a loro volta quali sono le variabili capaci di influenzare tali fattori. L'esperimento empirico può essere utilizzato dalle aziende per tracciare delle linee guida nelle strategie di business aziendali. I risultati, ottenuti dall'analisi statistica dei dati raccolti, mostrano che è *Subjective Norm* la variabile che ha il maggior effetto positivo sulla *Purchase Intention*, seguita da *Attitude* e *Trust and Safety*. Il notevole peso attribuito a *Subjective Norm* significa che il campione intervistato attribuisce maggior rilevanza all'opinione del proprio contesto sociale più che alla propria valutazione o alla sicurezza del veicolo e della tecnologia.

Le aziende impegnate nello sviluppo della guida autonoma dovranno prima concentrare la loro attenzione sulla *Subjective Norm*. Dalle analisi successive si è visto come questo aspetto a sua volta è influenzato da alcune variabili tra le quali *Image*, *Productivity* ed *Utilization*. Pertanto, le campagne di comunicazione e di marketing dovranno porre grande attenzione sull'immagine che viene associata all'utilizzo di questi mezzi (*Image*), sulle potenzialità dei veicoli autonomi come la possibilità di fare più cose allo stesso tempo (*Productivity*) e sulla riduzione dei tempi per arrivare a destinazione e sulla condivisione più efficiente del mezzo (*Utilization*).

Come prima spiegato non vi è solo *Subjective Norm* ad essere determinante ma anche l'*Attitude* personale e la *Trust in Safety*, ovvero la percezione di sicurezza e di fiducia che i consumatori hanno verso le auto a guida autonoma. Per quanto riguarda l'*Attitude*, le analisi mostrano che subisce delle forti influenze da aspetti come il comfort o il piacere di guida. Le aziende quindi si devono concentrare sul fatto che l'individuo avrà modo di scegliere di inserire la modalità autonoma sia nelle fasi più monotone che difficoltose, come nel traffico o mentre cerca parcheggio, per poi riprendere il controllo quando preferisce. Determinante anche l'effetto dell'*Eco-Friendliness*, ormai una delle caratteristiche più sentite dai consumatori che devono scegliere un brand. Un'attività poca attenta all'aspetto ambientale non rispecchia le aspettative della società attuale.

In merito alla sicurezza e la fiducia, le aziende si dovranno impegnare a sviluppare veicoli sicuri e a prova di rischio in modo che le persone riescano a superare paure e diffidenza verso un controllo totale da parte della tecnologia. È importante sottolineare però come il campione abbia mostrato una generale propensione all'acquisto dei veicoli autonomi, sia da parte degli uomini che delle donne e possessori o meno di auto, nonostante la tecnologia sia ancora lontana dall'essere perfetta.

Facendo un riferimento all'Italia, qual ora si muoverà per tempo, impegnando le migliori risorse, potrà assumere un ruolo chiave nello studio e nella definizione di regole e priorità, influenzando di conseguenza il resto del mondo. L'Italia ha tutti i requisiti per farlo, vista la sua lunga cultura industriale automobilistica, la profondità nello studio del diritto e dei temi umanistici ed una complessità e una varietà nelle strade e nel traffico che sono rappresentative di tutto il mondo sviluppato, senza parlare poi della capacità unica di inventiva e creatività che da sempre caratterizza gli italiani. Per far ciò il paese deve diventare un *hub* per lo sviluppo della guida autonoma e fare in modo che costruttori e fornitori trovino nel paese un sistema di regole chiare e certe così da agevolare sperimentazioni, investimenti e stimolare al contempo un dibattito etico e regolatorio che coinvolga oltre ai tecnici pure esperti legali, psicologi, urbanisti e sociologi. Un'Italia in prima linea per il futuro.

Appendice

Appendice 1.1

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem covariance	alpha
Image1C	203	+	0.8809	0.7328	.4828318	0.5843
Image2C	203	+	0.8491	0.6778	.5705263	0.6473
Image3C	203	+	0.7951	0.4840	.7218456	0.8801
Test scale					.5917345	0.7796

Interitem covariances (obs=203 in all pairs)

	Image1C	Image2C	Image3C
Image1C	0.9411		
Image2C	0.7218	0.8958	
Image3C	0.5705	0.4828	1.4436

Appendice 1.2

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem covariance	alpha
TrustSafety1	203	+	0.8645	0.7088	.257946	0.5569
TrustSafety2	203	+	0.8585	0.7140	.2744639	0.5609
TrustSafety3	203	+	0.6040	0.3746	.5063324	0.7511
TrustSafe~4C	203	+	0.6474	0.3567	.4709717	0.7757
Test scale					.3774285	0.7354

Interitem covariances (obs=203 in all pairs)

	TrustSafety1	TrustSafety2	TrustSafety3	TrustSafety4C
TrustSafety1	1.0609			
TrustSafety2	0.8111	0.9251		
TrustSafety3	0.3075	0.2943	0.6527	
TrustSafety4C	0.3721	0.3358	0.1437	1.0434

Appendice 1.3

Factor analysis/correlation
 Method: principal-component factors
 Rotation: (unrotated)

Number of obs = 203
 Retained factors = 1
 Number of params = 5

Factor	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	3.18407	2.49071	0.6368	0.6368
Factor2	0.69336	0.18538	0.1387	0.7755
Factor3	0.50798	0.12235	0.1016	0.8771
Factor4	0.38562	0.15666	0.0771	0.9542
Factor5	0.22897	.	0.0458	1.0000

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(10) = 463.64$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Uniqueness
Attitude1	0.8644	0.2528
Attitude2	0.8786	0.2281
Attitude3	0.7576	0.4260
Attitude4	0.6715	0.5490
Attitude5	0.8001	0.3599

Correlation matrix of the common factors

Factors	Factor1
Factor1	1

Factor analysis/correlation
 Method: principal-component factors
 Rotation: oblique promax (Kaiser on)

Number of obs = 203
 Retained factors = 1
 Number of params = 5

Factor	Variance	Proportion	Rotated factors are correlated
Factor1	3.18407	0.6368	

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(10) = 463.64$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Rotated factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Uniqueness
Attitudel	0.8644	0.2528
Attitude2	0.8786	0.2281
Attitude3	0.7576	0.4260
Attitude4	0.6715	0.5490
Attitude5	0.8001	0.3599

(blanks represent $\text{abs}(\text{loading}) < .3$)

Factor rotation matrix

	Factor1
Factor1	1.0000

Appendice 1.4

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
comfort_r	203	3.832512	.8214495	2	5
eco_r	203	3.857143	.7408088	1	5
productivi~r	203	3.541872	.8910837	1	5
utilizatio~r	203	3.399015	.7856378	1	5
enjoy_r	203	2.768473	1.043884	1	5
image_r	203	4	.9334276	1	5
trustsafet~r	203	3.55665	.8562482	1	5
attitude_r	203	3.482759	.9084032	1	5
norm_r	203	3.369458	.78756	1	5
pi_r	203	3.320197	1.000463	1	5

Appendice 1.5

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	104	3.365385	.1013885	1.033964	3.164304	3.566465
1	99	3.272727	.0971859	.9669876	3.079865	3.46559
combined	203	3.320197	.0702188	1.000463	3.181741	3.458653
diff		.0926573	.1406774		-.1847355	.3700502

diff = mean(0) - mean(1) t = 0.6587
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 201

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.7446 Pr(|T| > |t|) = 0.5109 Pr(T > t) = 0.2554

Appendice 1.6

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	60	3.3	.1218965	.9442062	3.056086	3.543914
1	143	3.328671	.0858192	1.026249	3.159023	3.49832
combined	203	3.320197	.0702188	1.000463	3.181741	3.458653
diff		-.0286713	.1542573		-.3328416	.2754989

diff = mean(0) - mean(1) t = -0.1859
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 201

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.4264 Pr(|T| > |t|) = 0.8527 Pr(T > t) = 0.5736

Appendice 1.7

	comfor~r	eco_r	produc~r	utiliz~r	enjoy_r	image_r	trusts~r
comfort_r	1.0000						
eco_r	0.2859*	1.0000					
productivi~r	0.4628*	0.3428*	1.0000				
utilizatio~r	0.3419*	0.4302*	0.5523*	1.0000			
enjoy_r	0.2201*	0.3283*	0.2207*	0.3547*	1.0000		
image_r	0.2195*	0.1647*	0.2857*	0.1755*	0.3810*	1.0000	
trustsafet~r	0.4218*	0.3523*	0.3359*	0.3747*	0.3443*	0.2787*	1.0000
attitude_r	0.4605*	0.4120*	0.4581*	0.4918*	0.4108*	0.3153*	0.4229*
norm_r	0.4252*	0.2267*	0.3905*	0.3366*	0.3514*	0.3973*	0.4423*
pi_r	0.4571*	0.3960*	0.4708*	0.3594*	0.3984*	0.4453*	0.4439*
	attitu~r	norm_r	pi_r				
attitude_r	1.0000						
norm_r	0.4899*	1.0000					
pi_r	0.5644*	0.6471*	1.0000				

Appendice 1.8

Source	SS	df	MS	Number of obs = 203	
Model	103.158542	3	34.3861806	F(3, 199) =	69.10
Residual	99.0286502	199	.497631408	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.5102
				Adj R-squared =	0.5028
Total	202.187192	202	1.00092669	Root MSE =	.70543

pi_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
attitude_r	.3224319	.0649746	4.96	0.000	.2927625
trustsafety_r	.141405	.067006	2.11	0.036	.1210218
norm_r	.571786	.0757222	7.55	0.000	.4501073
_cons	-.2322928	.260539	-0.89	0.374	.

Variable	VIF	1/VIF
norm_r	1.44	0.692696
attitude_r	1.41	0.707150
trustsafet~r	1.34	0.748393
Mean VIF	1.40	

Appendice 1.9

Iteration 0: log likelihood = -278.95971
 Iteration 1: log likelihood = -211.73099
 Iteration 2: log likelihood = -205.34534
 Iteration 3: log likelihood = -205.24831
 Iteration 4: log likelihood = -205.24817
 Iteration 5: log likelihood = -205.24817

Ordered logistic regression

Number of obs = 203
 LR chi2(3) = 147.42
 Prob > chi2 = 0.0000
 Pseudo R2 = 0.2642

Log likelihood = -205.24817

pi_r	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
attitude_r	.9618358	.1929889	4.98	0.000	.5835845	1.340087
trustsafety_r	.4865859	.1938849	2.51	0.012	.1065784	.8665933
norm_r	1.561447	.2382748	6.55	0.000	1.094437	2.028457
/cut1	5.765985	.8880349			4.025468	7.506501
/cut2	8.168964	.9457787			6.315271	10.02266
/cut3	10.4359	1.050349			8.377254	12.49455
/cut4	14.04263	1.248955			11.59473	16.49054

Appendice 1.10

Source	SS	df	MS	Number of obs = 203	
Model	69.5382319	5	13.9076464	F(5, 197) = 28.20	
Residual	97.1514233	197	.493154433	Prob > F = 0.0000	
				R-squared = 0.4172	
				Adj R-squared = 0.4024	
Total	166.689655	202	.825196313	Root MSE = .70225	

attitude_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
comfort_r	.265936	.0690999	3.85	0.000	.2404802
enjoy_r	.1834328	.0519476	3.53	0.001	.2107903
eco_r	.1726742	.0766667	2.25	0.025	.1408169
productivity_r	.1474271	.071308	2.07	0.040	.1446163
utilization_r	.2247332	.0814003	2.76	0.006	.1943618
_cons	.0036587	.319035	0.01	0.991	.

Variable	VIF	1/VIF
utilization_r	1.68	0.596945
productivity_r	1.65	0.604669
eco_r	1.32	0.756842
comfort_r	1.32	0.757732
enjoy_r	1.20	0.830225
Mean VIF	1.43	

Appendice 1.11

Iteration 0: log likelihood = -263.97114
Iteration 1: log likelihood = -212.7242
Iteration 2: log likelihood = -208.59698
Iteration 3: log likelihood = -208.56113
Iteration 4: log likelihood = -208.5611
Iteration 5: log likelihood = -208.5611

Ordered logistic regression Number of obs = 203
LR chi2(5) = 110.82
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -208.5611 Pseudo R2 = 0.2099

attitude_r	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
comfort_r	.7223938	.2033199	3.55	0.000	.3238942	1.120893
enjoy_r	.615328	.1512577	4.07	0.000	.3188684	.9117877
eco_r	.4745115	.2163155	2.19	0.028	.050541	.898482
productivity_r	.4850803	.1975304	2.46	0.014	.0979278	.8722328
utilization_r	.5634194	.2332804	2.42	0.016	.1061982	1.02064
/cut1	4.675415	1.054441			2.608748	6.742082
/cut2	7.378625	1.033179			5.353632	9.403618
/cut3	9.763835	1.11923			7.570184	11.95749
/cut4	12.94236	1.273662			10.44603	15.43869

Appendice 1.12

Source	SS	df	MS	Number of obs = 203	
Model	32.8136311	4	8.20340778	F(4, 198) =	17.56
Residual	92.4770093	198	.467055602	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.2619
				Adj R-squared =	0.2470
Total	125.29064	202	.620250695	Root MSE =	.68341

norm_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
image_r	.2575595	.0539029	4.78	0.000	.3052633
eco_r	.0431039	.0727964	0.59	0.554	.0405452
productivity_r	.1814886	.0670044	2.71	0.007	.2053451
utilization_r	.1525647	.077159	1.98	0.049	.1521923
_cons	1.011583	.3202419	3.16	0.002	.

Variable	VIF	1/VIF
utilizatio~r	1.59	0.629215
productivi~r	1.54	0.648595
eco_r	1.26	0.795032
image_r	1.09	0.913338
Mean VIF	1.37	

Appendice 1.13

```

Iteration 0: log likelihood = -237.31691
Iteration 1: log likelihood = -208.29683
Iteration 2: log likelihood = -207.27053
Iteration 3: log likelihood = -207.26928
Iteration 4: log likelihood = -207.26928

```

```

Ordered logistic regression          Number of obs =      203
LR chi2(4) =      60.10
Prob > chi2 =      0.0000
Pseudo R2 =      0.1266
Log likelihood = -207.26928

```

norm_r	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
image_r	.6914122	.1614689	4.28	0.000	.3749389	1.007886
eco_r	.1372861	.2055518	0.67	0.504	-.265588	.5401603
productivity_r	.5559234	.1981739	2.81	0.005	.1675096	.9443372
utilization_r	.4495045	.224653	2.00	0.045	.0091927	.8898163
/cut1	.6651976	1.324166			-1.930119	3.260514
/cut2	4.472585	.9837154			2.544538	6.400632
/cut3	7.037053	1.065328			4.949049	9.125057
/cut4	10.20843	1.175063			7.905352	12.51151

Appendice 2.1 – Introduzione questionario

Benvenuto/a nel questionario online dedicato alla guida autonoma!

Per auto a guida autonoma si intende una vettura capace di guidare in totale autonomia e sicurezza senza il bisogno di alcun intervento umano. **LO SAPEVI CHE**, una volta sul mercato, i benefici delle auto autonome saranno molti? Ad esempio:

1. **Potrai scegliere** di inserire la modalità autonoma nei momenti più noiosi, come nel traffico o mentre cerchi parcheggio, e riprendere il controllo quando preferisci.
2. Quando l'auto si muove autonomamente potrai fare **quello che più ti piace** come vedere un film, leggere il giornale, scrivere messaggi ed e-mail o semplicemente rilassarti.
3. Quando viene superato il limite legale del **tasso alcolemico** l'auto ti riporta a casa in tutta sicurezza senza il rischio di incidenti.
4. Potrai **risparmiare carburante** e arrivare prima a destinazione poiché l'auto è in grado di dialogare con le infrastrutture circostanti, come semafori e cantieri, e scegliere la strada più veloce.
5. La gestione intelligente di acceleratore e freno permette uno **stile di guida più ecologico**.



Bibliografia e sitografia

- [1] Adell, E. Driver experience and acceptance of driver assistance system-a case of speed adaption. Doctoral dissertation: Lund University, Sweden, 2009.
- [2] Ajzen, I., The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211, 1991.
- [3] Ansa [Website], Il settore auto in Italia vale 189 miliardi, l'11% del Pil, disponibile al link: http://www.ansa.it/canale_motori/notizie/industria/2017/09/26/valore-comparto-auto-a-189-mld-nel-2017-111-del-pil-b824e6dc-ee9e-45da-8e8b-6e07e3844d3f.html [Accesso effettuato il 4/4/2018].
- [4] Arndt, S., & Engeln, A. (2008), Predicatori dell'accettazione dei sistemi di assistenza alla guida, Congresso della Società psicologica tedesca, 2008.
- [5] Arndt, S. (2011). Valutazione dell'accettazione dei sistemi di assistenza alla guida, Wiesbaden, Deutschland, 2011.
- [6] Analytics Team, Consumer trust poll for self-driving cars, Autolist, 2018.
- [7] Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A., *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. Santa Monica: RAND Corporation, 2014.
- [8] Area studi e statistiche Anfia, L'industria automotive mondiale nel 2016 e trend 2017, Anfia, 2016.
- [9] Bickerstaffe, S., Life assurance policy. *Automotive Engineer*, 39(2), 34-35, 2014.
- [10] Birnbacher D., Birnbacher W., Fully Autonomous Driving: Where Technology and Ethics Meet, IEEE Computer Society, 2017.
- [11] Buttermann, E., Fast approaching: driverless cars, *Mechanical Engineering*, 2013.
- [12] Campbell M., Egerstedt M., How J.P., Murray R.M., *Autonomous driving in urban environments: approaches, lessons and challenges*, The Royal Society Publishing, 2010.
- [13] Chen Y., Zhao D., Lv L., Zhang Q., Multi-task learning for dangerous object detection in autonomous driving, Elsevier Inc, 2017.
- [14] Collie B., Rose J., Choraria R., and Wegscheider A. K., The reimagined car: Shared, Autonomous, Electric, BCG, 2017.
- [15] Corriere Innovazione [Website], Da Uber a Tesla tutti gli incidenti delle auto a guida autonoma, disponibile al link: https://corriereinnovazione.corriere.it/cards/tutti-incidenti-auto-guida-autonoma/incidente-mortale-uber_principale.shtml, [Accesso effettuato il 05/5/2018].
- [16] Davis, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340, 1989.
- [17] Davis, H. L., Decision Making within the Household. *Journal of Consumer Research*, 2(4), 241-260, 1976.
- [18] Dinsdale A., Willingmann P., Corwin S., Glueck J., Deloitte, The future of auto retailing, 2016.
- [19] Etzioni A., Etzioni O., *Incorporating Ethics into Artificial Intelligence*, Springer Science+Business Media Dordrecht 2017, 2017.
- [20] Global Automotive Report, Euler Hermes, 2017.
- [21] Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M., *Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations*, 2013.

- [22] Fishbein, M., & Ajzen, I., Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research, 1975.
- [23] Fridman L., Reimer B., Angell L., Seaman S., MIT, Large-Scale Deep Learning Based Analysis of Driver Behavior and Interaction with Automation 2017.
- [24] Forbes [Website], How Driverless Cars Could Disrupt the Real Estate Industry: <https://www.forbes.com/sites/elyrazin/2018/03/11/how-driverless-cars-could-disrupt-the-real-estate-industry/#34c9a28f13c1> [Accesso effettuato: 22/3/2018].
- [25] Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana [Website], Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica, disponibile al link: <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/04/18/18A02619/sg>, [Accesso effettuato il 21/4/2018].
- [26] Giffi C., Vitale J., Global Automotive Consumer Study, Deloitte, 2018.
- [27] Godau D., Grambow K., Gill N., Mehl R., Winkler M., Beyond the Car, CapGemini, 2017.
- [28] Gogoll J., Muller J. F., Autonomous Cars: In Favor of a Mandatory Ethics Setting, Springer Science+Business Media Dordrecht 2016, 2016.
- [29] The Drive to Decide, Google, Kantar TNS, 2017.
- [30] GQ Italia [Website], Navi a guida autonoma la prossima rivoluzione? Disponibile al link: <https://www.gqitalia.it/gadget/hi-tech/2018/04/11/navi-a-guida-autonoma-la-prossima-rivoluzione/>, [Accesso effettuato il 15/3/2018].
- [31] Hayes, B., Leave the Driving to It. American Scientist 99(5), 362-366, 2011.
- [32] HD Motori [Website], Guida autonoma: dal MIT la telecamera che “vede” nella nebbia , disponibile al link: <http://www.hdmotori.it/2018/03/23/guida-autonoma-sensori-nebbia-mit-tecnologia/>, [Accesso effettuato il [25/3/2018].
- [33] Autonomous Vehicle Sales Forecast and Report, IHS, 2018.
- [34] Istat [Website], Internet: accesso e tipo di utilizzo, disponibile al link: http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_ICT, [Accesso effettuato il 13/6/2018]
- [35] JafariNaimi N., Our Bodies in the Trolley’s Path, or Why Self-driving Cars Must *Not* Be Programmed to Kill, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, 2018.
- [36] Johnsen A., Strand N., Andersson J., Patten C., Kraetsch C., Takman J., Literature review on the acceptance and road safety, ethical, legal, social and economic implications of automated vehicles, Brave, 2017.
- [37] Kaiser, F.G., Wolfing, S., & Fuhrer, U., Environmental attitude and ecological behaviour. Journal of Environmental Psychology, 19(1), 1-19, 1999.
- [38] Kelly, H. & CNN., Driverless car tech gets serious at CES. CNN International Retrieved disponibile al link: <http://edition.cnn.com/2014/01/09/tech/innovation/self-driving-cars-ces/>, 2014 [Accesso effettuato il 13/6/2018].
- [39] KPMG & CAR, Self-driving cars: The next revolution. KPMG, 2012.
- [40] Koetzle L., C. A. Doty, Autonomous Vehicles Will Reshape the Global Economy, Forrester, 2017.
- [41] König, K., Ulteriore sviluppo ed esame empirico di un metodo per studiare l'accettazione di sistemi innovativi di assistenza alla guida (dissertazione inedita). Università di tecnologia di Dresda, Dipartimento di psicologia del traffico, 2005.

- [42] Kelkel, R., Predicting consumers' intention to purchase fully autonomous driving systems – which factors drive acceptance, Catolica-Lisbon School of Business and Economics, 2015.
- [43] Kuhnert F., Stürmer C., Koster A., Five trends transforming the Automotive Industry, PwC, 2017.
- [44] La Stampa [Website], Gli americani si fidano delle auto a guida autonoma?, disponibile al link: <http://www.lastampa.it/2018/03/20/cultura/domande-e-risposte/gli-americani-si-fidano-delle-auto-a-guida-autonoma-tcFoPMEixqC86Vln2OEFnK/pagina.html>, [Accesso effettuato il 6/05/2018].
- [45] Lanctot R., Cohen H., Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy, Strategy Analytics, 2017-
- [46] Lidar UK [Website], How does Lidar work?, disponibile al link: <http://www.lidar-uk.com/how-lidar-works/>, [Accesso effettuato il 25/3/2018].
- [47] Marchetti L., Storia dell'industria automobilistica, 2016.
- [48] Maurer M., Gerdes J.C., Lenz B., Autonomous Driving – Technical, legal and social aspects, Springer Nature, 2015.
- [49] McKinsey&Company [Website], Autonomous Driving, disponibile al link: <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/overview/autonomous-driving>, [Accesso effettuato il 6/4/2018].
- [50] Meyer, J., Sviluppo di un questionario per misurare l'accettazione di sistemi innovativi nei veicoli (dissertazione inedita). Università Humboldt di Berlino, Istituto di psicologia, 2002.
- [51] Navigant Research Leaderboard: Automated Driving Vehicles, Navigant Research, 2018.
- [52] Views on the Impact of Artificial Intelligence and Higher Education's Response, Northeastern University & Gallup, 2018.
- [53] Noy I.Y., Shinar D., Horreya W.J., Automated driving: Safety blind spots, Elsevier Ltd, 2017.
- [54] O'Toole M., Lindell D.B., Wetzstein G., Nature, Confocal Non-Line-of-Sight Imaging Based on the Light Cone Transform, 2018.
- [55] Park, S.-Y., & Sohn, S.H., Exploring the normative influences of social norms on individual environmental behavior. Journal of Global Scholars of Marketing Science: Bridging Asia and the World, 22(2), 183-194, 2012.
- [56] Payre W., Cestac J., Delhomme P., Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability, 2014.
- [57] Renda A., Ethics, algorithms and self-driving cars – a CSI of the 'trolley problem', Policy Insights, 2018.
- [58] Repubblica [Website], L'auto nell'era Hi-Tech. Ecco cosa è cambiato, disponibile al link: http://www.repubblica.it/motori/sezioni/attualita/2017/05/17/news/come_cambia_il_mondo_auto_dal_digital_e_alla_shared_mobility-165663264/ [Accesso effettuato il 6/4/2018].
- [59] Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, SAE, 2014.
- [60] Sapere.it [Website], Cos'è il Luddismo, disponibile al link: <http://www.sapere.it/sapere/strumenti/domande-risposte/storia-civiltà/cosa-e-luddismo.html>, [Accesso effettuato il 03/5/2018].
- [61] Schlag, B. & Teubel, U., Public Acceptability of Transport Pricing. IATSS Research, 21, 134– 142, 1997.
- [62] Schoettle B., Sivak M., A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the U.S., the U.K. and Australia, Transportation Research Institute UMTRI – University of Michigan, 2014.

- [63] Shoup, D. C. The high cost of free parking. Chicago: Planners Press, American Planning Association, 2005.
- [64] Tech Princess [Website], Nissan M.O.V.E. to 2022: veicoli elettrici, guida autonoma e connettività, disponibile al link: <https://www.techprincess.it/nissan-m-o-v-e-to-2022-veicoli-elettrici-guida-autonoma-e-connettivita/>, [Accesso effettuato il 16/4/2018].
- [65] The Verge [Website], Intel predicts a \$7 trillion self-driving future, disponibile al link: <https://www.theverge.com/2017/6/1/15725516/intel-7-trillion-dollar-self-driving-autonomous-cars> [Accesso effettuato il 23/3/2018].
- [66] Threlfall R., Autonomous Vehicles Readiness Index, KPMG, 2018.
- [67] Venkatesh, V., & Davis, D., A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. Management Science, 46(2), 186-204, 2000.
- [68] Venkatesh, V., & Morris, M. G., Why Don't Men Ever Stop to Ask for Directions? Gender, Social Influence, and Their Role in Technology Acceptance and Usage Behavior. MIS Quarterly, 24(1), 115-139, 2000.
- [69] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D., User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly, 27(3), 425-478, 2003.
- [70] Volkswagen Group Italia [Website], Il Gruppo Volkswagen e Aurora, leader nelle tecnologie per la guida autonoma, annunciano una collaborazione strategica al CES 2018, disponibile al link: <http://www.volkswagengroup.it/news/il-gruppo-volkswagen-e-aurora-leader-nelle-tecnologie-per-la-guida-autonoma-annunciano-una-collaborazione-strategica-al-ces-2018>, [Accesso effettuato il 16/4/2018].
- [71] Volkswagen Group Italia [Website], Mobilità per tutti al tocco di un pulsante: il Gruppo Volkswagen presenta l'ultima versione di SEDRIC, disponibile al link: <http://www.volkswagengroup.it/news/mobilita-per-tutti-al-tocco-di-un-pulsante-il-gruppo-volkswagen-presenta-lultima-versione-di-sedric>, [Accesso effettuato il 16/4/2018].
- [72] Waymo Safety Report – On the Road to Fully Self-Driving, Waymo, 2017.
- [73] Waymo [Website], Technology section, disponibile al link: <https://waymo.com/>, [Accesso effettuato il 06/4/2018].
- [74] Webb, D. J., Mohr, L. A., & Harris, K. E., A re-examination of socially responsible consumption and its measurement. Journal of Business Research, 61(2), 91-98, 2008.
- [75] WebNews [Website], Tesla , ecco la vera auto a guida autonoma, disponibile al link: <https://www.webnews.it/2016/10/20/tesla-ecco-la-vera-auto-a-guida-autonoma/>, [Accesso effettuato il 07/4/2018].
- [76] Zakharenko R., Self-driving cars will change cities, Elsevier B.V., 2016.

Riassunto elaborato

La guida autonoma è quella innovazione, frutto dell'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nel settore *Automotive*, che rappresenta il futuro dei trasporti e le cui applicazioni avranno un impatto non solo sulla sfera automobilista ma anche su molteplici aspetti della società in cui viviamo. L'introduzione sul mercato di questi veicoli e lo sviluppo della tecnologia collegata significheranno la nascita di nuovi business connessi alla mobilità mentre quelli esistenti si dovranno adattare ai cambiamenti.

Per capire come si è arrivati a sviluppare dei veicoli che si muovono in totale autonomia bisogna prima approfondire le caratteristiche dell'industria *Automotive*. Il settore automobilistico può essere identificato in tutte quelle aziende ed organizzazioni coinvolte nella progettazione, sviluppo, produzione, commercializzazione e vendita di veicoli a motore. Si tratta di uno dei settori economici più importanti e redditizi al mondo che sin dalle origini è stato luogo di sperimentazione. Nuove forme organizzative del lavoro e importanti innovazioni tecnologiche ed informatiche hanno caratterizzato un settore che si è sempre distinto per la grande capacità sia di adattarsi ai diversi contesti che di influenzare gli avvenimenti storici. L'influenza è dovuta ai notevoli volumi ed indotti che lo caratterizzano oltre agli ingenti investimenti che determinano effetti positivi sulle bilance commerciali.

L'industria oggi sta vivendo grandi cambiamenti dovuti alla trasformazione digitale. L'*Automotive* si appresta a diventare un'industria tecnologica e ciò si riscontra nei forti investimenti in guida autonoma e infrastrutture connesse. L'intero settore dovrà ripensare tutti i processi, dalla produzione alla vendita, perché la tecnologia si evolve velocemente. *BCG* e *PwC* oggi prevedono per il futuro la creazione di servizi di mobilità *as-a-service* che fanno uso di auto autonome, elettriche, connesse e condivise, veicoli che non richiedono un intervento umano e che attraverso un uso più efficiente permetteranno ad anziani, infermi e bambini di muoversi autonomamente e di ridurre i costi

Artefice di questa trasformazione è l'Intelligenza Artificiale. Definire puntualmente l'intelligenza artificiale può essere un compito arduo poiché non esiste ancora una definizione universalmente accettata dell'*AI* (*Artificial Intelligence*), data la sua natura estremamente recente ed in continua evoluzione. Il concetto alla base di tale tecnologia è il desiderio dell'uomo di creare un legame tra automazione e ragionamento, una connessione che porti la macchina ad eguagliare o addirittura superare, l'uomo.

L'Intelligenza Artificiale e le sue applicazioni in campo automobilistico

Ad oggi l'AI interessa trasversalmente diversi settori, dal manifatturiero al finanziario, dal sanitario al digital marketing. Contestualmente negli ultimi anni è protagonista per ciò che riguarda il design, lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione dei veicoli. Le applicazioni nel settore automotive al momento sono tantissime. Piattaforme in grado di mettere in contatto automaticamente i guidatori con le aziende o con luoghi/servizi che si trovano in prossimità del veicolo, sistemi di assistenza alla guida che supportano il guidatore, sistemi di *cloud computing*, l'accesso e l'analisi dei *big data* o anche i sistemi di guida autonoma

Grazie all'AI le aziende automobilistiche e i loro *dealer* possono effettuare analisi predittive volte a *targeting intelligenti* così da identificare, raggiungere e assistere in modo personalizzato i clienti presenti sul sito *web*. L'*Artificial Intelligence* crea infatti un sistema accurato che traccia e sintetizza continuamente grandi moli di dati che utilizza per fare previsioni *real-time* dell'interesse dell'utente, fornire contenuti pertinenti e registrare la risposta del cliente. Altro strumento interessante sono i *chatbot* che vengono utilizzati per fornire assistenza 24/7 ai clienti ottenendo al contempo informazioni sensibili come contatti mail e telefonici. Sofisticati algoritmi li hanno migliorati a tal punto che sono quasi in grado di imitare in modo convincente gli esseri umani. Seppur migliorati però non sono ancora in grado di superare il test di *Turing*, criterio che consente di determinare se una macchina sia in grado o meno di pensare, di farlo in autonomia e come un essere umano, e quindi replicare un'intelligenza umana. Nonostante questo vengono utilizzati per diversi compiti a supporto o in sostituzione degli operatori umani.

Oggi più che mai, il settore *Automotive* è un mercato altamente complesso e concorrenziale e le nuove tecnologie e l'intelligenza artificiale ne sono la causa. Le evoluzioni tecnologiche hanno spinto la crescita dell'alfabetizzazione digitale che a sua volta ha portato il consumatore ad assumere un ruolo chiave nell'era della *digital transformation*. Il cliente, individuo che oggi si stima possieda 3,7 dispositivi connessi ad internet, è sempre più esigente ed attento ai dettagli ed è per questo che ha grosse aspettative nei confronti delle aziende, che queste non possono permettersi di disattendere.

I trend mostrano che oggi l'auto viene prima scelta online e non negli *showroom*. Internet ha cambiato sia le modalità con cui i consumatori si rapportano alle case automobilistiche sia il ruolo dei concessionari e dei loro venditori. In concessionaria si va per provare una vettura già scelta e studiata sul computer, tablet o smartphone.

Il concessionario dovrà quindi cambiare forma, approfittando delle potenzialità del digitale. Grazie all'intelligenza artificiale il venditore potrà individuare in anticipo il cliente e riconoscere velocemente i suoi bisogni ed interessi, gli assistenti virtuali posizionati all'ingresso consentiranno di pianificare velocemente *test drive* od ottenere informazioni senza alcuna attesa mentre gli strumenti di realtà virtuale permetteranno al cliente di vivere un'esperienza a 360°. Il segreto sta nel prendersi cura delle emozioni del cliente supportandolo sia *online* sia *offline* nel modo più completo possibile.

Gli acquisti nel nostro paese per la maggior parte vengono effettuati ancora *offline* tuttavia non è detto che ciò duri. Le previsioni stimano che nel 2022 il 18% dei nuovi veicoli sarà venduto *online*. La presenza *online* del proprio negozio rappresenterà un'opportunità per il *dealer* che potrà aumentare sia le conversioni che le vendite ma anche rafforzare la propria immagine e curare più efficacemente le relazioni con i clienti. I tentativi effettuati fino ad ora nel nostro paese non sono stati molti ma il trend futuro è chiaro. In Cina ad esempio la vendita di auto *online* è già una realtà grazie all'*e-commerce Alibaba* e la controllata *Tmall*.

Il gruppo *Alibaba* sta sperimentando nuovi approcci al consumatore e la vendita *online* di veicoli fa parte della sua strategia. Nel 2016 sono state circa 100 mila le auto vendute online e gli esempi di successo sono diversi. Uno di questi è rappresentato da *Maserati* che nel marzo 2016 ha lanciato sul suo *webstore* 100 esemplari di SUV *Levante*. Tutti i veicoli sono stati venduti, ad un prezzo di 999.800 yuan (l'equivalente di 137.400 euro), in appena 18 secondi. Dato il risultato, il marchio del *Tridente* ha deciso di privilegiare ancora la piattaforma lanciando ulteriori 500 pezzi che sono stati venduti anche in questo caso in breve tempo. Quella delle vendite *online* è solo l'ultima di una serie di iniziative del colosso cinese che riguardano il settore automotive. *Alibaba* e la controllata *Tmall* stanno investendo molto per innovare la *customer experience* e per farlo stanno sfruttando le potenzialità dell'*artificial intelligence*, del *cloud computing*, e dell'*Internet of Things*. L'obiettivo è ridefinire l'intero *customer journey*. Per realizzare ciò l'azienda sta iniziando a distribuire sull'intero territorio cinese dei distributori automatici di auto che vadano a creare una nuova forma di *retail*.

Alibaba offrirà infatti la possibilità di provare per tre giorni il veicolo desiderato dopo averlo prenotato e successivamente ritirato presso uno dei due *Super Test Drive Center* che si trovano a Shanghai e a Nanjing. Il sistema funziona molto semplicemente, il cliente osserva un veicolo per strada che gli interessa e mediante l'app fa uno *scan* che viene istantaneamente caricato sul sistema di ricerca. Fatto ciò può essere prenotato il *test drive*.

Per procedere sono necessarie solo informazioni di base ed un *selfie*. Una volta effettuate queste operazioni il cliente si reca in uno dei *Tmall Vending Machine* dove, confermata l'operazione, vedrà uscire in automatico il veicolo. Alla fine dei tre giorni si potrà scegliere se prenotarne un nuovo *test drive* o effettuare l'acquisto del veicolo tramite app. Quello che sta accadendo in Cina è ancora molto lontano dai paesi occidentali dove i venditori mantengono un ruolo di rilievo per via della loro presenza fortemente radicata sul territorio. I trend cinesi però non vanno sottovalutati, le applicazioni dell'intelligenza artificiale sono sempre di più e i consumatori si stanno evolvendo insieme ad esse. I mercati occidentali dovranno assicurarsi di non rimanere indietro e osservare le novità che eventualmente potranno adattare ai propri contesti.

Guida autonoma, una nuova opportunità

La guida autonoma rappresenta a pieno titolo una delle applicazioni più studiate e attese dell'*AI*. L'auto del futuro sarà un *data center* su ruote basato su una ampia serie di componenti software. L'idea comune è che le auto autonome siano una invenzione relativamente recente, ma in realtà non è nulla di nuovo rispetto a quanto teorizzato agli inizi del secolo scorso. A cambiare sono le possibilità offerte dalla tecnologia attuale che hanno reso realizzabile, e non più fantascientifico, quanto era già stato pensato. Il primo vero esempio di auto senza conducente risale a metà degli anni '20 dove a New York, a bordo di una *Chandler* del 1926 ribattezzata *Linrrican Wonder*, l'azienda di equipaggiamenti radio *Houdina Radio Control* installò una serie di motori elettrici e un'antenna radio in grado di captare degli impulsi e muovere l'auto senza alcun intervento. La *Linrrican Wonder* fu capace di compiere un giro dimostrativo tra Broadway e la 5th Avenue a Manhattan.

In merito al grado di autonomia dei veicoli, la *SAE (Society of Automotive Engineers)*, ente di normazione in campo aerospaziale, automobilistico e veicolistico fondato nel 1905, ha definito cinque livelli di guida autonoma basati sulla maggiore o minore partecipazione umana alla guida del veicolo. Si va da *Livello 0* dove non è presente alcuna automazione, condizione tipica dei veicoli prodotti fino agli Anni '90, fino ad arrivare al *Livello 5* che prevede la guida interamente autonoma. Nell'ultimo livello non è prevista la presenza di un conducente in quanto effettua tutti i movimenti in assoluta autonomia gestendo tutti gli aspetti legati alla circolazione, persino in situazioni di emergenza. Attualmente il massimo livello disponibile sul mercato è il terzo. Il *Livello 3* può essere considerato come il primo step di vera autonomia in quanto l'auto è in grado di guidare da sola gestendo accelerazione, frenata e direzionalità con il conducente che ricopre un ruolo di primo piano solo in situazioni problematiche o qualora la guida autonoma non fosse possibile.

La guida autonoma da un punto di vista economico e sociale ha enormi potenzialità. *Strategy Analytics* ha realizzato uno studio nel 2017 per conto di *Intel* che mostra come il mercato dei veicoli autonomi avrà un valore che passerà dagli \$800 miliardi del 2035 (anno di riferimento dello studio) ai \$7 trilioni del 2050. Il report indica poi che solo nel decennio tra il 2035 ed il 2045 circa 585.000 vite potrebbero essere salvate grazie all'uso di questi veicoli.

I trasporti pubblici come li conosciamo oggi quindi treni, metropolitane, ferrovie leggere e autobus, verranno sempre meno utilizzati a favore di flotte di veicoli autonomi su richiesta. Gran parte delle entrate generate nella nuova economia saranno infatti realizzate proprio da tale mobilità *as-a-service* che per il 2050 si stima che riuscirà a generare circa 3 trilioni di dollari di entrate, che corrisponde all'incirca al 43% del totale della cosiddetta *passenger economy* teorizzata da Intel. L'utilizzo da parte dei consumatori invece rappresenterà il 53%, che equivale a 3,7 trilioni di dollari. I restanti 200 miliardi di dollari di entrate (dei 7 trilioni totali stimati da *Strategy Analytics*) saranno il risultato di nuove applicazioni e servizi.

Una volta sul mercato le auto a guida autonoma permetteranno alle persone di risparmiare quel tempo che prima impiegavano per guidare la propria auto. Gli studi prevedono infatti un risparmio di tempo di pendolarismo di più di 250 milioni di ore all'anno nelle città più congestionate del mondo. Le aziende dovranno sfruttare questo tempo libero che può essere utilizzato per sperimentare nuove forme di *advertising* che coinvolgano ed intrattengano i passeggeri nei propri spostamenti. *Forrester*, una delle più grandi ed influenti aziende di ricerca al mondo ritiene che bisognerà immaginarsi, almeno per le prime fasi, uno stile Las Vegas dove i finestrini appaiono opachi da fuori mentre all'interno sono schermi interattivi. Oltre ad offrire maggiori possibilità di consumo di contenuti pubblicitari questi veicoli daranno l'opportunità di raggiungere il consumatore in tempo reale.

Le auto a guida autonoma elaboreranno grandi quantità di dati sensibili relativi ai singoli utenti. Le aziende dovranno quindi affrontare con attenzione la gestione ed il trattamento dei dati e si dovranno impegnare a dimostrarne la tutela. In aiuto degli utenti arriveranno però le nuove norme del *GDPR*, nuovo codice della *privacy*, che impongono, con regole stringenti ed elevate sanzioni, una più sicura protezione dei dati. Le aziende che non si impegneranno a fondo sulla sicurezza dei dati rischieranno multe elevate e forti colpi alla propria *brand reputation*, come nel caso dello scandalo *Cambridge Analytica – Facebook*.

Non solo trasporto pubblico e privato, dove verrà applicata la guida autonoma

Le applicazioni della guida autonoma nei trasporti non si concentrano esclusivamente sul trasporto privato e pubblico ma sono moltissime e in questa sezione ne andremo ad analizzare alcune. Una delle categoria a vedere introdotta molto presto la guida autonoma potrebbe essere quella degli autotrasportatori. Essi guidano per la maggior parte del tempo in ambienti controllati come le autostrade che nel breve periodo verranno dotate di tutte quelle tecnologie necessarie a supportare la guida autonoma. I vantaggi saranno molteplici, trasporti più affidabili, meno incidenti, maggior sicurezza e grandi risparmi sui costi. Unico neo è la probabile perdita di posti di lavoro che colpirà un intero settore, che solo negli Usa occupa circa 3,5 milioni di persone.

Gli studi che sostengono drastiche riduzioni del numero di autotrasportatori sono molti. Tra questi ci sono l'analisi effettuata dall'amministrazione *Obama* nel 2016 che stima una perdita che può arrivare fino all'80% dei 3,5 milioni di occupati o quella di *Goldman Sachs* che prevede una perdita di posti pari a 25 mila individui al mese o 300 mila l'anno. L'impatto sull'occupazione in realtà potrebbe essere molto più alto a causa dell'indotto che gira attorno a sistema dell'autotrasporto come le stazioni di rifornimento, bar e ristoranti, motel e punti di ristoro. Ma se i camion autonomi, da impiegare sulle autostrade di tutto il mondo, sono ancora in fase di sperimentazione, la stessa cosa non vale per quelli che invece già oggi vengono impiegati in molte miniere e cave. In alcune remote regioni australiane, ricche di miniere di ferro, sono sempre più i mezzi autonomi che si spostano e che operano da sé.

Se auto, autobus e camion sono i mezzi più chiacchierati a livello mondiale in tema di guida autonoma, alcune aziende stanno lavorando invece su altri tipi di mezzi. Le navi merci ad esempio sono molto avanti nello sviluppo per via del fatto che computer e strumenti digitali fanno ampiamente parte della plancia di comando ormai da tempo e per la natura stessa del traffico marittimo, che a differenza di quello su strada ha molte meno variabili da considerare. Più esperti sono convinti che per le navi entro il 2020 la guida autonoma sarà una realtà. Non mancano poi le applicazioni in ambito militare. Gli Stati Uniti si preparano a lanciare dei veicoli da ricognizione *Humvee* che guidano e sparano da soli. L'obiettivo è quello di sfruttare le potenzialità di questi mezzi nelle missioni in cui la percentuale di rischio è maggiore, come ricognizioni o sopralluoghi in campo aperto.

Infine, grossi investimenti vengono effettuati nella ricerca e nello sviluppo di taxi volanti da impiegare in brevi tragitti come quelli percorsi dai taxi tradizionali. Sono molti i prototipi sviluppati e presentati in questi ultimi anni tra cui però spiccano quelli della cinese *Ehang*, la compagnia finanziata da *Larry Page* co-fondatore di *Google*, *Kitty Hawk* ed infine la *CityAirbus* del noto costruttore di aeromobili *Airbus*. Al momento le leggi vigenti non permettono un utilizzo reale dei taxi volanti, tuttavia le sperimentazioni stanno ottenendo buoni risultati e commenti positivi. In futuro, adattate le leggi al nuovo contesto, potremo quindi assistere ad una ulteriore forma di mobilità.

Chi si distingue nello sviluppo della guida autonoma

Oggi la guida autonoma è al centro dell'attenzione e sono molte le aziende, startup e paesi che hanno deciso di investire, con alcuni che si distinguono più di altri per via dei loro progressi e della loro capacità innovativa. Tra le aziende più avanti nello sviluppo si può trovare *Waymo*, nata come progetto di *Google* ma oggi sussidiaria dell'azienda madre *Alphabet*, la quale sviluppa tecnologia *self-driving*. L'azienda non si occupa della produzione e della distribuzione di massa dei veicoli, ma lavora con diversi produttori di automobili integrando la propria tecnologia di guida autonoma nei loro mezzi. Dal 2009, la flotta di *Waymo* ha percorso più di 5 milioni di miglia di cui la maggior parte in complesse strade cittadine. Tra le miglia svolte, quelle sul simulatore solo nel 2017 sono state 2,7 miliardi. Ogni settimana sono 25 mila le miglia percorse su strada in completa autonomia.

I test reali vengono svolti in più location negli Stati Uniti, ogni giorno sperimentando diversi tipi di condizioni ambientali ed atmosferiche così da istruire le auto a guidare in modo sicuro e confortevole ed affrontare al meglio ogni situazione. *Waymo* a breve darà vita ad un servizio taxi in Arizona in quanto ha ottenuto il via libera dallo stato per svolgere attività di trasporto passeggeri su strade pubbliche. L'azienda non si occupa esclusivamente dello sviluppo della guida autonoma nei veicoli privati ma anche nei mezzi pesanti. I suoi camion a guida autonoma hanno debuttato sulle strade di Atlanta e fanno parte di un programma pilota in collaborazione con *Google* che pone l'attenzione sullo sviluppo di soluzioni automatizzate per una migliore gestione della logistica. I camion viaggeranno in alcuni tratti senza l'intervento dell'autista che sarà sempre presente in cabina per motivi di sicurezza.

Altra azienda specializzata nello sviluppo della guida autonoma è *Tesla Inc.* Fondata nel 2003 l'azienda si è specializzata nella produzione di veicoli elettrici, di pannelli fotovoltaici e sistemi di stoccaggio di energia pulita. L'azienda deve il suo nome al noto inventore *Nikola Tesla*.

Dal 2004 *Elon Musk* è alla guida dell'azienda con la carica di *CEO*. Tutte le auto prodotte possiedono la dotazione hardware necessaria per la guida autonoma. I veicoli poi sono dotati di otto videocamere che permettono una visibilità a 360° attorno all'auto in un raggio di 250 metri e dodici sensori ad ultrasuoni che consentono il rilevamento accurato degli oggetti. Oltre a questo, un avanzato sistema radar infine fornisce ulteriori dati sull'ambiente circostante anche in caso di pioggia forte, nebbia e polvere. *Tesla* si distingue in quanto non utilizza i sensori *Lidar* come i suoi principali competitor bensì il sistema *Autopilot* che permette di adeguare la velocità alle condizioni del traffico, restare all'interno di una corsia, cambiare corsia senza l'intervento del conducente, uscire autonomamente dall'autostrada, parcheggiare in uno spazio libero od entrare ed uscire dal garage di casa.

Volkswagen Group è uno dei *player* del settore *automotive* che si stanno distinguendo. Per il Gruppo *Volkswagen* guida autonoma, connettività digitale e mobilità elettrica rappresentano il futuro della mobilità per spostamenti più efficienti, puliti e vivibili. Sulla base della strategia *TOGETHER - Strategy 2025*, l'azienda ha intenzione di investire 34 miliardi di euro entro il 2022 in queste tecnologie in modo da ridefinire la mobilità urbana. L'azienda opera su più fronti. A livello gruppo sta sviluppando *SEDRIC*, acronimo di *self driving car*, un veicolo di automazione di Livello 5 e da 400 km di autonomia sviluppato in collaborazione con il *Future Centre Europe*. Il veicolo è capace di identificare l'ambiente circostante attraverso telecamere, sensori *Lidar* a 360°, radar e sensori ad ultrasuoni, che insieme producono un gran numero di dati che vengono processati da un grande computer ed un software intelligenti. Il veicolo a breve entrerà in produzione e potrà essere utilizzato sia per il trasporto privato come per il trasporto pubblico. Per quanto riguarda i singoli brand appartenenti al Gruppo, a distinguersi vi è *Audi*. Il brand tedesco ha infatti presentato l'*A8*, il primo veicolo al mondo in grado di raggiungere il Livello 3 di automazione. Dotata del sistema *AI Traffic Jam Pilot* attivabile con un semplice tasto sulla consolle centrale, l'*A8* è in grado di gestire da sola partenza, accelerazioni, sterzate e frenate in autostrade o strade ad alto scorrimento a più corsie e fino ad un massimo di 60 km/h.

Nello sviluppo della guida autonoma non sono coinvolte solo aziende e startup americane o cinesi. In Italia il 18 aprile 2018 può essere considerato come un giorno storico per l'introduzione della guida autonoma. Quel giorno infatti è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale il decreto ministeriale *Smart Road*. Con la pubblicazione scatta ufficialmente l'attuazione delle nuove norme pensate per i quei soggetti, pubblici o privati, che vogliano iniziare a sperimentare la guida autonoma in Italia. Sono diversi i soggetti che possono richiedere il permesso, oltre ai classici costruttori automobilistici vi sono anche aziende *hi-tech*, gli enti di ricerca, sia privati che pubblici, e gli istituti universitari.

Il decreto non si limita a regolare le sperimentazioni ma contiene misure che riguardano l'infrastruttura stradale che a sua volta dovrà migliorare da un punto di vista della digitalizzazione e della connettività. Gli interventi previsti sono tanti poiché è necessario adeguare la rete infrastrutturale italiana ai servizi V2X, acronimo di *Vehicle to Everything*, che permetteranno alle auto di comunicare tra loro e con le infrastrutture riducendo di conseguenza traffico ed incidenti stradali. La prima fase di sviluppo e di adeguamento infrastrutturale è previsto che avvenga entro il 2025 e riguarderà le strutture appartenenti alla rete di trasporto trans-europea *Ten-T, Trans European Network – Transport*, e su tutta la rete autostradale. Nei cinque anni successivi è prevista invece l'attivazione di ulteriori servizi. Per il 2030 l'obiettivo è la creazione di servizi di miglioramento della gestione del traffico volti ad una ottimizzazione dei flussi di auto ed una gestione dinamica dei parcheggi a disposizione. Se la sperimentazione procederà correttamente, tali servizi e miglioramenti infrastrutturali verranno applicati anche su tutta la rete *Snit, Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti*.

Questo adeguamento normativo darà una forte spinta allo sviluppo di tutti quei progetti di guida autonoma che sono nati in Italia. A Modena ad esempio è nato il progetto *Modena Automotive Smart Area (Masa)* all'interno dell'autodromo cittadino, un laboratorio a cielo aperto dove poter testare tecnologie ed infrastrutture digitali legate alla mobilità e alle *smart city*. Il progetto ha come obiettivo la sperimentazione della comunicazione fra veicoli, fra veicoli ed ostacoli in movimento e quella fra veicoli ed infrastrutture cittadine quali semafori, cantieri e parcheggi. I test verranno effettuati anche in un'area urbana a nord della città in cui sorgerà un'apposita *Smart Area* dove verranno installati sensori, telecamere e la fibra ottica necessaria allo scambio di informazioni.

In Veneto troviamo *Next*, nata nella Silicon Valley dall'idea di tre giovani padovani. Si tratta di un sistema di trasporto pubblico innovativo che si basa su dei veicoli elettrici a guida autonoma costituiti da sei moduli separabili che possono ospitare fino a dieci persone. Il progetto è così valido che gli Emirati Arabi Uniti ne hanno ordinati una ventina da utilizzare a Dubai in occasione dell'*Expo* del 2020. Infine, il caso dell'autostrada Salerno – Reggio Calabria che diverrà la prima autostrada tecnologicamente attrezzata in Italia per l'utilizzo dei veicoli a guida autonoma. *Anas* punta a rendere *smart* e connessi i 436 chilometri di strada. Sono previste poi isole verdi ogni 30 km per fornire energia rinnovabile, droni lungo l'intera tratta per monitoraggi e soccorsi ed un *hotspot Wi-Fi* in grado di garantire continuità del segnale ed una connessione libera agli automobilisti.

Tecnologia

Nel corso del tempo sono stati diversi gli strumenti realizzati per permettere ai veicolo di riconoscere gli oggetti che gli circondano così da muoversi in autonomia e sicurezza. Ad oggi però è il *Lidar* la tecnologia più avanzata presente sul mercato a cui la maggior parte delle aziende fanno affidamento. Il *Lidar*, acronimo di *Light Detection and Ranging*, è una tecnologia di telerilevamento che consente di misurare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando degli impulsi laser. Il principio quindi è semplice, emettere una piccola luce e misurare il tempo impiegato da un fotone per tornare alla sua fonte. Ripetendo questa misurazione in rapida successione il *Lidar* fornisce istantanee 3D di ogni cosa nelle vicinanze realizzando una mappa complessa dell'area intorno al veicolo

Gran parte dei sistemi *Lidar* hanno in comune quattro componenti che gli permettono di effettuare le proprie misurazioni: un trasmettitore per emettere impulsi laser, un ricevitore per intercettare echi di impulsi, un sistema di analisi ottica per elaborare dati di input e un potente computer per visualizzare l'immagine tridimensionale dell'ambiente circostante. Il sistema, capace di vedere a 360° sino a 300 metri, è in grado di distinguere una persona che cammina da una sopra la bici, capendo inoltre a quale velocità vanno e in quale direzione si dirigeranno. Il *Lidar* però non riesce a fare tutto ed è per questo che fa parte di un sistema più complesso costituito da radar, sonar e le classiche telecamere.

Nel complesso sistema della guida autonoma a svolgere un ruolo chiave non c'è solo il *Lidar* ma anche gli ADAS, acronimo che sta per *Advanced Driver Assistance Systems*. Si tratta di sistemi che aiutano il guidatore migliorando la sicurezza. Tali sistemi rilevano la presenza di oggetti, segnalano condizioni pericolose della strada, monitorano i punti ciechi, gestiscono i cambi di corsia indesiderati e verificano il livello di stanchezza del guidatore. Una sorta di copilota.

In alternativa al *Lidar* invece, l'americana *Ambarella* ha appena lanciato, *Cv2*, una soluzione che consente alle vetture di vedere, misurare, decidere e guidare. Realizzato in collaborazione con il *VisLab* di *Parma*, il sistema realizzato si differenzia per il fatto che utilizza sei videocamere 4K a lunga portata sul tetto e altre otto inserite nei paraurti. Simulando i nostri occhi, il sistema riceve dalle telecamere informazioni dettagliate su cosa accade intorno al veicolo inviando poi il tutto al microchip che elabora le informazioni. Oltre a ricostruire la forma tridimensionale di oggetti e persone, le telecamere riconoscono i segnali stradali e la strada consentendo al veicolo di guidare anche in assenza del segnale *GPS*.

Le problematiche che rallentano l'introduzione della guida autonoma

Sono diverse le problematiche che lo sviluppo della guida autonoma deve affrontare e che dovranno necessariamente essere risolte prima di poter far muovere autonomamente i veicoli per le strade di tutto il mondo. Una delle tematiche più controverse della guida autonoma è quella legata alla questione etica. Ad occuparsi della guida autonoma infatti non sono solo esperti di intelligenza artificiale e robotica ma anche i filosofi. In caso di emergenza questi veicoli si troveranno nella situazione di dover scegliere chi investire e chi salvare, il cosiddetto *problema del carrello*. Il dilemma prevede una situazione in cui un carrello corre lungo dei binari ad alta velocità verso cinque persone. C'è però la possibilità di tirare una leva per reindirizzare il carrello verso un altro binario, tuttavia su quest'unico binario alternativo è rimasta bloccata una persona. La domanda è, *Agire o non agire?* È moralmente accettabile uccidere una persona per salvarne cinque o invece si dovrebbero lasciar morire le cinque persone? Nonostante questo problema possa sembrare inverosimile, i veicoli autonomi si troveranno ad affrontare infiniti scenari e alcuni di questi potrebbero essere simili. Molti studiosi stanno analizzando il problema. Tra questi vi è *Nicholas Evans*, professore di filosofia presso l'università *Mass Lowell*, il quale ha riunito un gruppo filosofi che possano stabilire come dovrebbero essere programmati dei mezzi capaci di mettere in pericolo la vita del passeggero e di altre persone.

Attraverso una serie di algoritmi il team sta ricreando diversi scenari del problema del carrello, così da mostrare come una macchina autonoma si comporterebbe a seconda delle diverse teorie etiche. I filosofi utilitaristi, ad esempio, ritengono che tutte le vite abbiano pari peso morale, altri invece credono che l'autista abbia un valore morale extra. Finché l'auto non è programmata per far del male intenzionalmente, alcuni esperti del tema considerano accettabile che il veicolo sterzi per evitare l'incidente e salvare la vita al conducente, anche se questo significasse mettere a rischio la vita di un'altra persona.

A tenere impegnati filosofi ed esperti di intelligenza artificiale di tutto il mondo però sono anche altre questioni. Bisogna stabilire di chi è la responsabilità se il veicolo è programmato per mettere a rischio la vita di qualcuno, se aumenteranno le dipendenze quali droghe e alcool visto che le persone non dovranno più guidare o se diminuiranno i trapianti di organi per via del minor numero di morti in incidenti stradali. Temi delicati a cui sarà difficile trovare una risposta. Vi sono anche problematiche legate alla responsabilità in caso di incidente, il fenomeno del Neo-Luddismo e la paura causata dagli incidenti di questi veicoli.

La diffusione dei veicoli autonomi avrà un impatto sulla responsabilità di chi si trova al volante. Si tratta di un argomento molto delicato che le compagnie di assicurazione di tutto il mondo stanno analizzando. Le auto dovranno essere dotate di una scatola nera in grado di registrare e comunicare le informazioni necessarie. Oggi non è stato ancora stabilito con chiarezza, nei diversi ordinamenti, su chi ricade la responsabilità del sinistro, se al passeggero, al veicolo o al produttore. In Europa vi è una comunicazione da parte della *Commissione europea* che spinge gli stati membri a dotarsi il prima possibile di una normativa chiara per le responsabilità civili nel campo della robotica. I paesi dovranno fare in modo che sia sempre possibile individuare l'identità del soggetto responsabile. Negli Stati Uniti invece il governo federale, in concerto con la *National Highway Traffic Safety Administration*, ha realizzato un documento dove vengono riportate le linee guida da rispettare a cui ogni Stato si sta adeguando.

Il *Neo-Luddismo* è quel movimento che trae origine dal *Luddismo* il quale si identifica con quel particolare movimento di protesta operaia, caratterizzato da sabotaggi della produzione industriale. Il termine *Neo-Luddismo* viene oggi utilizzato per identificare tutti quei comportamenti violenti contro l'introduzione di nuove tecnologie. La visione dei sostenitori del movimento sostiene la presenza di una tecnologia fuori controllo che sta prendendo il sopravvento sull'uomo causando una progressiva disumanizzazione. Questa ostilità si mostrata anche nei confronti delle auto a guida autonoma. Agli inizi del 2018 in California sono stati registrati due incidenti con protagonisti un essere umano e un'auto senza conducente. Si tratta di atti sporadici che hanno generato poco o nessun danno tuttavia non possono essere sottovalutati in quanto celano una rabbia ed un malcontento verso la tecnologia. Le autorità dovranno quindi intervenire per tempo con regole certe e chiare in modo da evitare potenziali minacce e proteste sociali.

Infine, il tema degli incidenti dei veicoli autonomi. In Arizona un veicolo *Uber* adattato per supportare la guida autonoma ha investito e ucciso una donna. Una notizia che ha fatto il giro del mondo in brevissimo tempo e che ha sferrato un duro colpo allo sviluppo e alla credibilità della tecnologia autonoma. Le critiche sollevate furono molte e i brand coinvolti dovettero correre ai ripari. La *Volvo*, brand della vettura coinvolta nell'incidente, ha affermato come non fosse suo il software che controllava l'auto al momento dell'incidente mentre la *Velodyne*, l'azienda più famosa al mondo per la produzione di sistemi *Lidar*, ha contestato ogni accusa dichiarando che i suoi sistemi non erano attivi perché in caso contrario avrebbero individuato il pedone prima dell'impatto. *Uber* si è quindi vista costretta a sospendere temporaneamente il suo programma di guida autonoma. Quello descritto tuttavia non è l'unico incidente mortale registrato fino ad oggi.

Gli incidenti registrati inevitabilmente finiscono per spaventare le persone che temono un'auto che si muove autonomamente e che improvvisamente diventa incontrollabile. Nonostante il duro colpo all'immagine però le sperimentazioni continueranno. Probabilmente ci saranno altri incidenti perché, anche se questi veicoli hanno il potenziale per ridurre drasticamente i sinistri e le morti per strada ciò non vuol dire che possano eliminarli totalmente. Un uso diffuso delle automobili autonome sicuramente ridurrà i tassi di mortalità. I computer, al contrario degli umani, non sono programmati per essere impazienti, arrabbiati o ubriachi.

Cosa pensano le persone della guida autonoma?

È noto come le grandi aziende automobilistiche, i colossi tecnologici e le numerose start-up coinvolte considerino la guida autonoma il futuro del settore e dell'intera mobilità, bisogna però capire se le persone che dovranno utilizzare questi veicoli sono dello stesso avviso. L'argomento è molto controverso e sono numerosi gli studi che si sono occupati di indagare le diverse correnti di pensiero tra i cittadini di tutto il mondo.

Deloitte, nel suo *Global Automotive Consumer Study*, ha sottoposto a 22.000 persone di 17 paesi diversi un sondaggio sulla guida autonoma, e ha confermato un trend positivo nell'accettazione della tecnologia da parte dei consumatori. I dati mostrano un netto calo dei diffidenti rispetto ai sondaggi degli anni precedenti. Più negative le stime dell'*American Automobile Association* che vedono il 63% degli intervistati impaurito da un veicolo autonomo. La percentuale di diffidenti è però scesa di 15 punti rispetto al 2017. Un altro importante studio è stato condotto dal *MIT*. Il suo *Advanced Vehicle Technology* del 2017, rileva che è aumentata la percentuale di coloro che ritengono che un'auto che aiuti attivamente il conducente sia più sicura, tuttavia questa non deve avere il controllo pieno del mezzo. Ciò che si ottiene non è un pensiero comune. Complessivamente però si nota come le opinioni e la propensione all'uso dei veicoli autonomi stiano migliorando nel corso degli anni.

Per verificare i trend rilevati da questi studi si è voluto realizzare uno studio che individuasse quei fattori e quelle caratteristiche che in qualche modo influenzano le intenzioni di acquisto dei consumatori. Si vuole determinare quindi la *Purchase Intention* di uno dei futuri veicoli dotati di un sistema di guida completamente autonomo. Per prima cosa, sulla base del modello dell'*Accettazione dei Veicoli dotati di Tecnologia Driverless* di *Kelkel*, è stato realizzato un nuovo modello.

Questo prevede che, data la letteratura attuale e i recenti eventi di cronaca, ad influenzare direttamente la *Purchase Intention* siano l'*Attitude*, *Subjective Norm* e la variabile *Trust in Safety*. Successivamente, lo studio si propone di identificare quei fattori che a loro volta influenzano le tre variabili. I risultati, ottenuti dall'analisi statistica dei dati raccolti, confermano quanto ipotizzato. Essi mostrano che è *Subjective Norm* la variabile che ha il maggior effetto positivo sulla *Purchase Intention*, seguita da *Attitude* e *Trust and Safety*. Il notevole peso attribuito a *Subjective Norm* significa che il campione intervistato attribuisce maggior rilevanza all'opinione del proprio contesto sociale più che alla propria valutazione o alla sicurezza del veicolo e della tecnologia. Le aziende impegnate nello sviluppo della guida autonoma dovranno quindi concentrare prima la loro attenzione su questa variabile. Dalle analisi successive si è visto poi come *Subjective Norm* sia a sua volta influenzato da alcune variabili tra le quali *Image*, *Productivity* ed *Utilization*.

Per massimizzare gli effetti voluti ne segue che le campagne di comunicazione e di marketing dovranno porre grande attenzione sull'immagine che viene associata all'utilizzo di questi mezzi (*Image*), sulle potenzialità dei veicoli autonomi come la possibilità di fare più cose allo stesso tempo (*Productivity*) e sulla riduzione dei tempi per arrivare a destinazione e sulla condivisione più efficiente del mezzo (*Utilization*).

Come spiegato sopra non vi è solo *Subjective Norm* ad essere determinante ma anche l'*Attitude* personale e la *Trust in Safety*, ovvero la percezione di sicurezza e di fiducia che i consumatori hanno verso le auto a guida autonoma. Per quanto riguarda l'*Attitude*, le analisi mostrano che subisce delle forti influenze da aspetti come il comfort o il piacere di guida. Le aziende quindi si devono concentrare sul fatto che l'individuo avrà modo di scegliere di inserire la modalità autonoma sia nelle fasi più monotone che difficoltose, come nel traffico o mentre cerca parcheggio, per poi riprendere il controllo quando preferisce. Determinante anche l'effetto dell'*Eco-Friendliness*, ormai una delle caratteristiche più sentite dai consumatori che devono scegliere un brand. Un'attività poca attenta all'aspetto ambientale non rispecchia le aspettative della società attuale.

In merito alla sicurezza e la fiducia, le aziende si dovranno impegnare a sviluppare veicoli sicuri e a prova di rischio in modo che le persone riescano a superare paure e diffidenza verso un controllo totale da parte della tecnologia. È importante sottolineare però come il campione abbia mostrato una generale propensione all'acquisto dei veicoli autonomi, sia da parte degli uomini che delle donne e possessori o meno di auto.

Riguardo all'Italia, qual ora si muoverà per tempo impegnando le migliori risorse, potrà assumere un ruolo chiave nello studio e nella definizione di regole e priorità, influenzando di conseguenza il resto del mondo. L'Italia ha tutti i requisiti per farlo, vista la sua lunga cultura industriale automobilistica, la profondità nello studio del diritto e dei temi umanistici ed una complessità e una varietà nelle strade e nel traffico che sono rappresentative di tutto il mondo sviluppato, senza parlare poi della capacità unica di inventiva e creatività che da sempre caratterizza gli italiani. Per far ciò il paese deve diventare un *hub* per lo sviluppo della guida autonoma e fare in modo che costruttori e fornitori trovino nel paese un sistema di regole chiare e certe così da agevolare sperimentazioni, investimenti e stimolare al contempo un dibattito etico e regolatorio che coinvolga oltre ai tecnici pure esperti legali, psicologi, urbanisti e sociologi.

Il nostro paese non dovrà farsi trovare impreparato perché la domanda non è più se, ma quando tutti i veicoli in circolazione diventeranno completamente autonomi. Questi veicoli avranno un impatto tale da rappresentare un cambiamento paragonabile a quello che avvenne al passaggio dalla carrozza trainata dai cavalli ai veicoli a motore. Una pianificazione per un futuro all'insegna di tali veicoli risulta quindi cruciale.