



Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Management dell'Innovazione

Sistemi di guida autonoma: caso Volvo

RELATORE

Prof. Isabella Leone

CORRELATORE

Prof. Matteo De Angelis

CANDIDATO

Emanuele Mele

Matr. 67155

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

Sistemi di guida autonoma: caso Volvo

Introduzione

Capitolo 1. Framework teorico

1. Definizione di innovazione
2. Tipologie di innovazione
3. Dinamiche dell'innovazione
 - 3.1. Modello a imbuto dell'innovazione
 - 3.2. Market pull technology push
 - 3.3. Curva ad S del miglioramento tecnologico
 - 3.4. Cicli tecnologici
 - 3.5. Design dominante
 - 3.6. Massa critica ed effetto network
4. Strategie di collaborazione
 - 4.1. Alleanze strategiche
 - 4.2. Joint-Venture
 - 4.3. Licensing
 - 4.4. Outsourcing

Capitolo 2. Automobili autonome

1. Definizione di guida autonoma
2. Storia, sviluppo e analisi teorica della guida automatizzata
3. Una soluzione ai problemi moderni
4. Livelli di automazione
 - 4.1. Effetti sul design dei veicoli
5. Tecnologie utilizzate per l'automazione
 - 5.1. Sensor-Based Solutions
 - 5.2. Connectivity-Based Solutions
 - 5.3. Bayesian Simultaneous localization
 - 5.4. Trend di sviluppo tecnologico
6. Benefici e problematiche delle auto a guida autonoma
7. Normative
 - 7.1. America
 - 7.2. Asia
 - 7.3. Europa
8. Analisi Tecnica
9. Principali player

- 9.1. Amazon
- 9.2. Apple
- 9.3. Audi e Nvidia
- 9.4. Autoliv, Volvo Car Corporation e la JV Zenuity
- 9.5. BMW
- 9.6. Continental AG
- 9.7. Ford
- 9.8. General Motors
- 9.9. Google-Waymo e FCA
- 9.10. Honda
- 9.11. Jaguar Land Rover
- 9.12. Mercedes-Benz e Bosch
- 9.13. Microsoft
- 9.14. Porsche
- 9.15. PSA Groupe
- 9.16. Renault-Nissan
- 9.17. Tesla
- 9.18. Toyota
- 9.19. Uber
- 9.20. Volkswagen
- 9.21. Altre notizie

Capitolo 3. Volvo

1. Storia dell'azienda
2. Volvo oggi
 1. Vision 2020
3. Innovare per essere leader nella sicurezza
4. La Joint Venture Zenuity
5. Sistemi di guida semi autonoma e dispositivi di sicurezza
6. Progetto Drive Me
7. Il futuro immaginato da Volvo
 1. Concept 26
 2. 360c
8. Analisi Brevettuale
 1. Confronto con altri Player di mercato

Capitolo 4. Prospettive di mercato per Volvo

1. Analisi mercato attuale
2. Target 2020 e Vision 2020
3. Previsione di mercato

Conclusioni

Bibliografia

Sitografia

Introduzione

La tecnologia è sempre stata fondamentale nella storia dell'evoluzione umana. Sin dalla preistoria l'uomo ha imparato a plasmare la materia per creare nuovi oggetti, riuscendo a sopravvivere pur non essendo la specie fisicamente più prestante.

Dapprima tramite l'uso di utensili per la caccia, in seguito grazie alla scoperta e al controllo del fuoco, l'essere umano aveva intrapreso un percorso di incessante sviluppo tecnologico, che oggi attraversa la fase di cambiamento più rapida e radicale della storia: la rivoluzione digitale.

Molte innovazioni sono state ideate e realizzate con l'obiettivo di ridurre la fatica, migliorare la qualità della vita e rispondere alle esigenze della società: tra queste un ruolo di primo piano è rivestito dal motore a combustione interna.

Lo sviluppo dei motori termici ha reso possibile trasformare le carrozze, fino a quel momento trainate da cavalli, in un nuovo strumento che avrebbe rivoluzionato la mobilità: l'automobile. Oggi l'industria automobilistica è prossima a una rivoluzione, in grado di ridefinire i confini settoriali e modificare profondamente la mobilità, lo sviluppo delle città e della stessa società: la guida autonoma.

Le automobili autonome sono realtà, e decreteranno la transizione verso forme di mobilità condivisa e meno inquinante. La *sharing economy* permetterà di ridurre il numero di veicoli in circolazione; nelle città ci sarà la possibilità di allestire spazi verdi oggi adibiti a parcheggi e migliorare la salute¹ di tutti gli esseri viventi, riducendo le emissioni e gli incidenti stradali.

I benefici economici e sociali sono difficili da immaginare e quantificare, e certamente le opportunità di business che si verranno a creare catalizzano l'attenzione di tutti gli operatori di mercato. È determinante sviluppare una posizione competitiva solida; il management dovrà avere competenze dinamiche per riconfigurare le aziende secondo i nuovi modelli di business che già si manifestano all'orizzonte.

¹ Secondo l'Environmental Protection Agency negli Stati Uniti i veicoli a motore producono la metà degli inquinanti (come ossido di azoto e particolato), mentre il 72% delle emissioni di monossido di carbonio proviene dalle auto. Nelle aree ad alto tasso di urbanizzazione i veicoli sono responsabili delle emissioni inquinanti in una percentuale compresa tra il 50% e il 90%. (Vehicle emissions and air quality, www.epa.gov)

Il nodo centrale è rivestito dalla fiducia che gli utenti dovranno riporre nei nuovi veicoli. La barriera più importante è infatti legata alla sicurezza, che dovrà essere assicurata in ogni condizione, pena il fallimento di tutti i progetti. Tutte le innovazioni hanno come cardine il miglioramento della “percezione” e del “ragionamento” dei sistemi, volti a minimizzare le possibilità di errore.

La capacità di innovare è una priorità assoluta per creare soluzioni di valore, e le competenze sempre più specifiche richiedono spesso collaborazioni con partner provenienti da settori industriali completamente diversi da quello automobilistico.

La trattazione ha lo scopo di comprendere la tematica della guida autonoma. Si vuole evidenziare la primaria importanza della sicurezza, esaminando l’azienda automobilistica con la più grande tradizione in questo ambito: Volvo.

Nel primo capitolo dell’elaborato viene data la definizione di innovazione, e ne vengono studiati i principali aspetti tecnici. Si discute il processo che porta un’idea a trasformarsi in innovazione, sino alla delineazione di un paradigma dominante. Viene infine proposta la classificazione delle strategie di collaborazione utilizzate dalle aziende nello sviluppo dei progetti innovativi.

Il secondo capitolo è dedicato alla descrizione della guida autonoma. Ne viene descritta la storia, e viene fornita la descrizione delle tecnologie utilizzate. Viene studiata l’innovazione sotto il profilo tecnico, viene discusso lo stato delle norme che la regolano nel mondo e ne vengono descritti gli aspetti vantaggiosi e svantaggiosi che ad essa sono legati. Infine si descrivono i principali attori di mercato attivi nello sviluppo di sistemi autonomi.

Il terzo capitolo è incentrato su Volvo, evidenziando la grande tradizione dell’azienda svedese in tema di sicurezza. Ne viene studiata la storia e vengono descritte le innovazioni che hanno reso Volvo leader nella sicurezza automobilistica. L’analisi si sposta quindi sulle tecnologie usate nell’ambito dei più moderni sistemi di guida assistita, che rappresentano la base su cui lavorare per realizzare il progetto Vision 2020². Viene studiata la produzione brevettuale di Volvo, sia in termini assoluti che relativi alla guida autonoma; per quest’ultima vengono analizzate tutte le citazioni ricevute. Infine si

² Il progetto Vision 2020 ha come scopo nessun decesso a seguito di incidente stradale per tutti gli occupanti di veicoli Volvo, a partire dal 2020.

procede alla comparazione tra il marchio svedese e i principali soggetti attivi nella produzione di brevetti legati a sistemi di guida autonoma.

Il quarto e ultimo capitolo mira a comprendere le opportunità economiche per Volvo. Viene evidenziata la centralità del problema legato ai decessi in incidenti stradali, e viene presentato il mercato attuale. Tramite i dati di bilancio ufficiali si studia l'evolversi delle vendite dei principali costruttori di automobili premium, e si cerca di comprendere la possibilità che il mercato possa crescere in futuro.

Infine si utilizzano le informazioni studiate per sviluppare un modello di previsione lineare. La trattazione cerca di comprendere il vantaggio di cui potrà beneficiare Volvo dall'introduzione di un'innovazione il cui aspetto focale è rappresentato dalla sicurezza.

Capitolo 1

Framework teorico

1.1 Definizione di innovazione

La figura dell'inventore viene spesso associata alle più grandi menti della storia, come Archimede, Leonardo Da Vinci o Guglielmo Marconi. Gli inventori ideano prodotti o processi completamente nuovi, tutelando la paternità e lo sfruttamento dell'invenzione attraverso il brevetto. In tempi moderni le invenzioni sono prodotte principalmente da centri di ricerca, università, organizzazioni governative e reparti di R&S delle imprese.

L'innovazione è la dimensione applicativa di un'invenzione (Schumpeter, 1934). L'OCSE³ e la Commissione Europea definiscono l'innovazione come "l'implementazione di un prodotto (sia esso un bene o servizio) o di un processo, nuovo o considerevolmente migliorato, di un nuovo metodo di marketing, o di un nuovo metodo organizzativo con riferimento alle pratiche commerciali, al luogo di lavoro o alle relazioni esterne"⁴.

L'economista Joseph Schumpeter è stato il primo a teorizzare l'impatto dell'innovazione sul ciclo economico. In contrasto con la teoria neoclassica, che considerava il sistema economico statico, Schumpeter integrava all'aspetto statico una componente dinamica adatta a spiegare lo sviluppo dei sistemi economici.

Nel 1942, in "Capitalismo, Socialismo e Democrazia", l'economista introduce il concetto di "distruzione creatrice", tramite cui illustra il funzionamento di un'economia di mercato. L'imprenditore capitalista, motivato dalla ricerca del profitto, investe in innovazione per creare una discontinuità tecnologica. La spinta innovativa genera cambiamenti nel sistema economico: la creazione di valore avvantaggia la società e l'imprenditore, mentre tutte le imprese incapaci di evolversi e legate ai paradigmi precedenti tendono a scomparire.

³ Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico

⁴ Manuale di Oslo, 3a Edizione (2005). Guidelines for collecting and interpreting innovation data

Si definiranno nuovi equilibri di mercato e nuove routine, lo sviluppo proseguirà, fino alla nuova fase di “distruzione creativa”.

1.2 Tipologie d’innovazione

Occorre distinguere 4 tipologie di innovazione:

- innovazioni di prodotto e processo
- innovazioni radicali e incrementali
- innovazioni architettoniche e modulari
- innovazioni *competence enhancing* e *competence destroying*

Per innovazione di prodotto intendiamo lo sviluppo di un nuovo prodotto che incorpora l’innovazione. Per innovazione di processo intendiamo quel tipo di innovazioni che permettono all’impresa di cambiare le modalità con cui essa svolge le proprie attività in qualsiasi ambito (ad es. produzione o logistica). Questo tipo di innovazioni mira spesso ad incrementare efficacia ed efficienza dei sistemi di produzione, ad esempio aumentando il numero di pezzi prodotti ovvero diminuendo il numero di quelli difettosi. Una delle più note innovazioni di processo è la catena di montaggio, introdotta da Henry Ford.

Sovente queste due tipologie d’innovazione sono tra loro collegate: è il caso in cui, ad esempio, un nuovo prodotto di un’azienda venga incorporato in uno dei processi di un’altra. L’innovazione in esame sarà quindi classificabile come di prodotto per la prima, di processo per la seconda. Può ovviamente capitare che un nuovo processo porti ad un nuovo prodotto, come ad esempio la nascita della bicicletta moderna: le tecnologie di lavorazione dei metalli permisero la creazione della catena, che costituì la base per il cambiamento dell’architettura della bicicletta.

Le innovazioni si definiscono radicali o incrementali sulla base della distanza dell’innovazione da un prodotto o processo preesistente (Dewar e Dutton, 1986). L’innovazione è radicale se sussistono caratteristiche di novità assoluta e differenziazione. Tuttavia il carattere di radicalità può variare nel tempo ovvero in base alla prospettiva di analisi. Un prodotto o un servizio possono infatti risultare nuove

rispetto all'industry o rispetto a una specifica azienda, mentre possono non essere tali per altri attori di mercato. L'innovazione radicale per eccellenza ha carattere di novità assoluta rispetto a tutti i prodotti o processi esistenti, e può essere considerata tale in tutti i diversi ambiti di applicazione: un esempio è rappresentato dall'iPod e dallo store digitale iTunes di Apple (Verganti, 2008; Stefik & Stefik, 2004), che ha rivoluzionato prima il mercato della musica, poi il mercato dei mobile device.

L'innovazione incrementale, all'opposto, rappresenta un miglioramento lieve o marginale di un prodotto o processo già esistente. Tra queste sono presenti gli aggiornamenti hardware dei sistemi di *infotainment*⁵ introdotti nei nuovi modelli di autovetture.

Si distingue invece tra innovazione architettrale e innovazione modulare considerando il prodotto o processo come un sistema nidificato di più componenti ordinate in modo gerarchico, in cui, a sua volta, ciascun componente consiste in un sistema formato da parti più piccole, fino ad arrivare alle particelle elementari (Fleming e Sorenson, 2003; Schilling, 2000). Per innovazione modulare si intende un cambiamento di una o più componenti senza modifiche sostanziali alla configurazione generale del sistema (Henderson e Clark, 1990).

Al contrario un'innovazione architettrale consiste in un cambiamento della struttura generale del sistema o del modo in cui i componenti interagiscono tra loro (Schilling e Izzo, Gestione dell'innovazione, McGraw-Hill, 2012). L'innovazione architettrale può riconfigurare le modalità d'interazione degli elementi del sistema senza modificarli, anche se più spesso le componenti vengono riadattate alla nuova architettura.

L'ultima categoria va interpretata dal punto di vista della singola azienda, in base all'impatto che le innovazioni hanno sulle competenze preesistenti. Nel caso di innovazioni *competence enhancing*, queste consistono nell'evoluzione della base di conoscenza già presente all'interno dell'organizzazione. È il caso dell'azienda Intel, che produce micro processori: ogni nuova versione del prodotto presenta delle innovazioni, che si basano sulle conoscenze già possedute da Intel.

⁵ [http://www.treccani.it/enciclopedia/infotainment_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/infotainment_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)

Le innovazioni *competence destroying*, invece, non scaturiscono dal bagaglio di conoscenze possedute, ma anzi, talvolta, rendono le stesse inadeguate. È il caso di Kodak che, sebbene paradossalmente inventò lei stessa la prima fotocamera digitale, si trovò ad essere impreparata quando il digitale soppiantò l'analogico, non avendo una base di conoscenze solida in materia di chip.

1.3 Dinamiche dell'innovazione

1.3.1 Modello a imbuto dell'innovazione

Le idee innovative spesso nascono in maniera casuale. Sebbene possa apparire insolito, una parte non trascurabile delle innovazioni hanno avuto origine a causa di errori o pura casualità: è il caso della penicillina, scoperta osservando la muffa in una provetta.

Tuttavia, ovviamente, le aziende investono in R&S per sviluppare idee innovative che possano avere un ritorno economico. La maggior parte delle idee però non si concretizza in nuovi prodotti di successo: solo 1 su varie migliaia porta all'effettivo sviluppo di un prodotto.

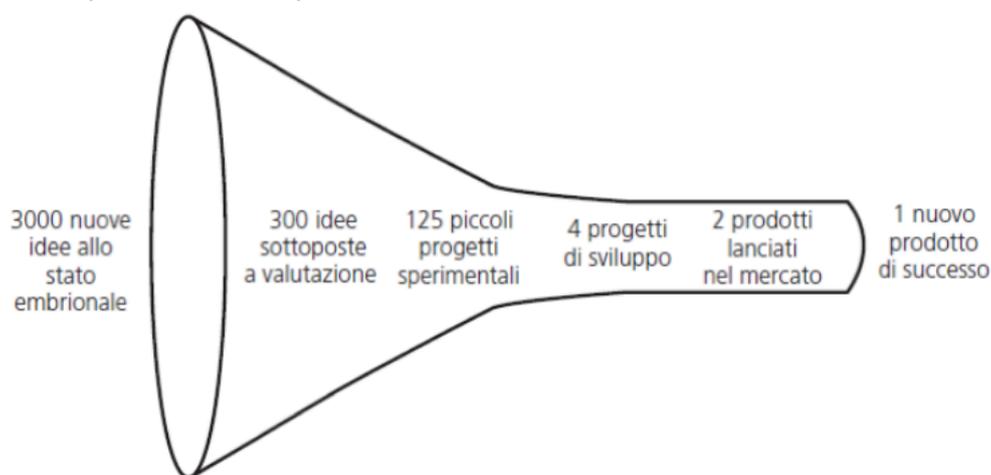


Figura 1.1 Modello a imbuto dell'innovazione, Gestione dell'innovazione, McGraw-Hill

Secondo diversi studi, solo 1 tra 3000 idee si concretizza realmente e ha successo. Molti prodotti infatti non sono realizzabili sotto il profilo tecnico a causa di difficoltà di vario tipo, e dei prodotti effettivamente sviluppati un numero esiguo genera rendimenti di mercato soddisfacenti.

Proprio per questo il processo che porta dall'idea al prodotto viene paragonato ad un imbuto, in cui entrano molte idee potenzialmente valide che, avanzando nello stato di sviluppo e quindi nell'imbuto, si riducono considerevolmente.

1.3.2 Market pull technology push

Le aziende investono in R&S. La ricerca può essere di base o applicata: nel primo caso la stessa è rivolta a migliorare la comprensione di un argomento senza considerare le potenziali applicazioni commerciali; nel secondo caso la ricerca ha lo scopo di studiare qualcosa per soddisfare un determinato bisogno, sfruttando economicamente le scoperte. La fase di sviluppo mira invece ad applicare le conoscenze acquisite nella fase precedente. Secondo numerosi studi, l'intensità della R&S è positivamente correlata con il tasso di incremento dei ricavi, grazie alle vendite dei nuovi prodotti o alla maggiore redditività raggiunta.

Occorre distinguere due diversi approcci al processo innovativo, denominati *Technology push* e *Market pull*. Nel primo caso il processo di innovazione nasce dalla R&S delle aziende, che poi sviluppano un prodotto e studiano le corrette strategie di vendita.

Nel secondo caso, invece, l'innovazione è guidata dalla domanda dei potenziali utilizzatori. L'azienda percepisce un bisogno, un problema o un suggerimento da parte dei clienti, espresso in modo più o meno esplicito, e cerca di rispondere efficacemente creando un nuovo prodotto o migliorandone uno esistente.

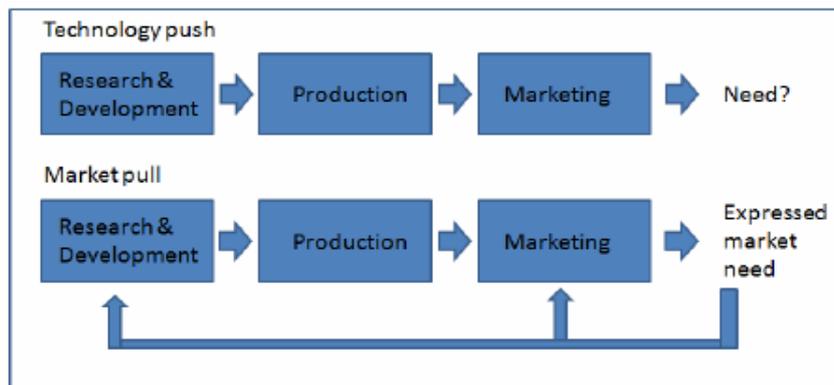


Figura 1.2 Technology Push vs. Market Pull, www.researchgate.net

La *technology push* è considerata la principale fonte di innovazione, mentre la *demand pull* è considerata come fonte di innovazione secondaria (Dodgson et al., 2008). Secondo Rothwell, ciascuna fase del processo d'innovazione è caratterizzata da diversi livelli di *technology push* e *market pull*. Tuttavia è bene precisare che, come si vedrà nei capitoli successivi, le aziende che innovano spesso si avvalgono di una grande varietà di fonti, tra cui spiccano i network collaborativi e le relazioni con fornitori e competitors.

1.3.3 Curva ad S del miglioramento tecnologico

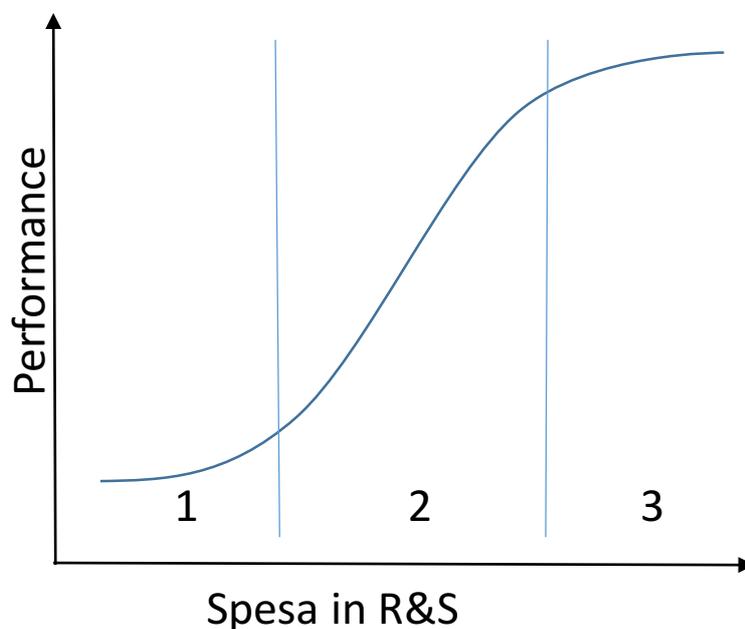


Figura 1.3 Curva ad S, *Gestione dell'innovazione*, McGraw-Hill

La curva ad S è un modello utile a studiare l'incremento delle prestazioni di una data tecnologia, mettendolo in relazione con l'impegno profuso nel suo sviluppo.

Nella fase iniziale il miglioramento della performance è lento a causa dell'incertezza nei ritorni economici della nuova tecnologia e della poca comprensione della stessa, sia in termini di funzionalità che di potenzialità. In questa fase le risorse potrebbero essere spese nell'esplorazione di percorsi di sviluppo alternativi. Non appena le certezze e la comprensione migliorano, la spesa in R&S aumenta ed è rivolta verso le attività che garantiscono il maggior incremento prestazionale. Nella terza e ultima fase, il rendimento di ogni risorsa addizionale investita genera un miglioramento decrescente e segna che la tecnologia si avvicina al suo limite naturale.

Non sempre le tecnologie raggiungono il limite naturale: una discontinuità tecnologica può causare una sostituzione della tecnologia esistente con una nuova. Un'innovazione tecnologica è discontinua quando risponde a una richiesta del mercato in maniera simile rispetto a una tecnologia esistente, ma viene sviluppata a partire da una base di conoscenza completamente nuova.

1.3.4 Cicli tecnologici

Come può apparire intuitivo, i cambiamenti tecnologici hanno un andamento ciclico: ad un periodo iniziale di turbolenza seguono cicli con rapidi miglioramenti secondo il modello della curva ad S, per poi terminare con miglioramenti decrescenti fino alla nuova discontinuità tecnologica. Questo dinamismo può far mutare gli equilibri di mercato, ed è quel processo che Schumpeter chiama "distruzione creatrice".

Uno dei più noti e stimati modelli di analisi dell'evoluzione tecnologica è quello teorizzato da Utterback e Abernathy nel 1975. Il processo innovativo attraversa varie fasi: la prima, detta fase fluida, è caratterizzata da molta incertezza sulla tecnologia e sul relativo mercato, e le aziende sperimentano molte alternative di forma o di prodotto per sondare la risposta del mercato.

Successivamente si delinea una convergenza riguardo le caratteristiche ideali del prodotto, che si verifica dalla combinazione tra le esigenze del mercato e le soluzioni dei produttori: al culmine del processo si delinea un disegno dominante.

Infine lo stadio finale del processo, la fase specifica, è caratterizzata da innovazioni di processo o incrementali basate sul design del modello dominante.

1.3.5 Design dominante

Uno standard o disegno dominante viene definito tale quando l'offerta tecnologica e la richiesta di innovazione confluiscono in una stessa direzione. Il design dominante rappresenta un benchmark stabile che consente ai produttori di rivolgere la propria attenzione all'aumento dell'efficienza del processo produttivo e ai miglioramenti incrementali del prodotto (Faraglia, FrancoAngeli, 2015).

Nel modello di Anderson e Tushman il design dominante è raggiunto dopo l'era del fermento, in cui la nuova tecnologia sostituisce la vecchia. Tuttavia in questa fase le aziende sviluppano una forte competizione tra modelli e disegni alternativi, non essendo ancora stata compresa appieno la tecnologia e il modo in cui svilupparla.

L'era del fermento termina nel momento in cui si delinea un design dominante, che tende a coprire una quota di mercato di maggioranza. Il design dominante emerso non è necessariamente quello che permette la massimizzazione delle prestazioni, ma è piuttosto quello in grado di soddisfare al meglio le esigenze della quota mercato più rilevante da un punto di vista numerico.

L'emersione di un design dominante segna la transizione nella fase di cambiamento incrementale. Le aziende rivolgono i loro sforzi sull'incremento della quota di mercato e sull'efficienza del prodotto, ad esempio operando strategie di differenziazione o di riduzione dei costi.

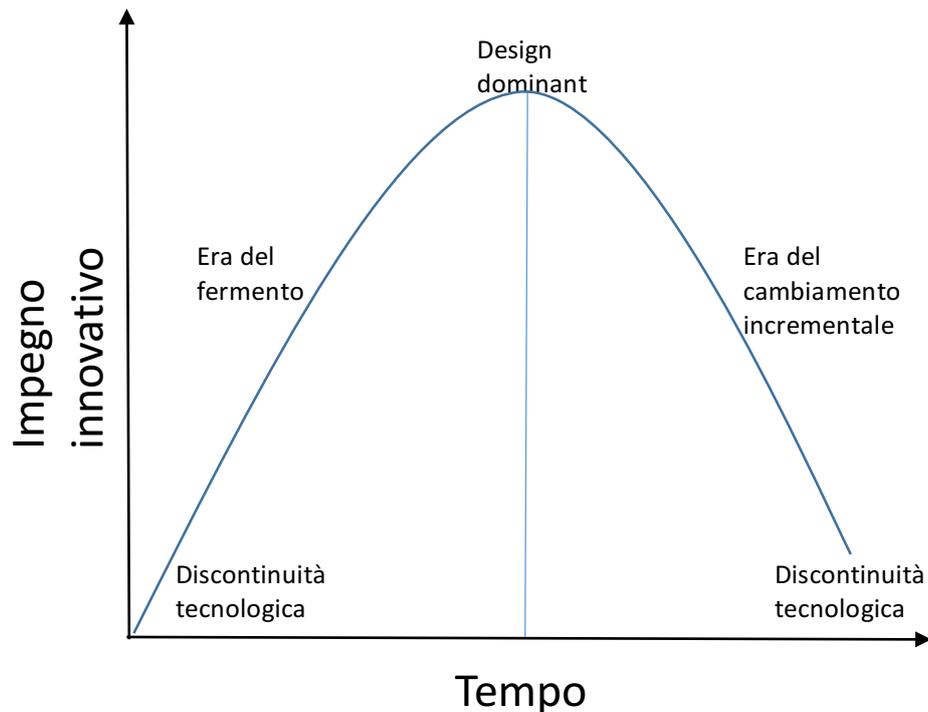


Figura 1.4 Elaborazione del modello di Anderson e Tushman, *Gestione dell'innovazione*, McGraw-Hill

1.3.6 Massa critica ed effetto network

Per massa critica si intende quel numero sufficiente di utilizzatori di un'innovazione che, adottandola, la rendono potenzialmente utile (Rogers, 2010). La tecnologia deve essere percepita come in grado di garantire dei benefici per gli utilizzatori. Considerando, ad esempio, Microsoft con xBox, la condizione necessaria per poter avere successo era che la console fosse venduta ad un certo numero di utenti, sufficientemente grande da convincere gli sviluppatori di software che il loro lavoro sarebbe stato remunerato in modo proficuo. Allo stesso modo i clienti di Microsoft valutavano il beneficio derivante dall'acquisto del prodotto come dipendente dal numero e dalla qualità dei software disponibili, che doveva essere sufficientemente ampio. Il successo dipendeva quindi dal raggiungimento della massa critica di utenti e software.

I primi studi sull'effetto network risalgono al 1970 e hanno visto il momento di massimo interesse nel 1980. Un primo paper pionieristico di Jeffery Rohlfs, analizzando le allora nascenti linee telefoniche, evidenzia come un telefono sia inutile se non c'è una rete telefonica abbastanza sviluppata che permetta di mettersi in contatto con un certo numero

di utenti. Il beneficio derivante dall'uso di queste tecnologie è correlato positivamente al numero di adottanti.

Ma, al contempo, aumentando gli utenti aumenta anche l'interesse ad investire nel business specifico per raggiungere più clienti e espandere il mercato. Superato un certo numero critico di utenti, si innesca un circolo virtuoso che permette di creare valore crescente sia per i clienti che per i produttori del bene/servizio. Questo effetto è chiamato “*effetto network*”.

1.4 Strategie di collaborazione

Dopo aver precedentemente analizzato le tipologie di innovazione, è evidente come la stessa classificazione risenta della soggettività delle aziende prese in esame. La guida autonoma, ad esempio, sarà classificabile come *competence destroying* per i costruttori di auto; al contrario risulterà *competence enhancing* per aziende come Google o Apple. La maggior parte delle aziende hanno avviato o stanno avviando progetti utilizzando varie forme di collaborazione con le più importanti aziende operanti nel settore tecnologico, le cui competenze si rivelano fondamentali nella competizione.

In merito alle forme di collaborazione tra imprese, quindi, occorre fare una breve descrizione delle loro articolazioni e dei relativi vantaggi e svantaggi, in modo da rendere più chiare le scelte strategiche operate dalle imprese.

Possiamo distinguere varie forme di collaborazione:

- Alleanze strategiche
- Joint venture
- Licensing
- Outsourcing

1.4.1 Alleanze strategiche

Le alleanze strategiche rappresentano uno strumento che le imprese possono utilizzare per dividere i costi e i rischi dello sviluppo di un nuovo progetto con un'altra azienda, ma

anche per valorizzare le proprie competenze e le proprie risorse. La collaborazione si è intensificata negli ultimi decenni, a causa dello sviluppo di catene del valore globali.

Le strategie con indole cooperativa adoperate dalle imprese non sono soltanto riconducibili ai fattori già esposti, ci sono anche motivi differenti. In particolare, lo sviluppo di nuove competenze, l'accesso al mercato in tempi più brevi e il miglioramento dell'efficienza rivestono un ruolo importante nella scelta di questo tipo di cooperazione. Inoltre per le imprese è possibile mantenere una struttura più flessibile, senza che questo pregiudichi un eventuale maggior coinvolgimento futuro: questo rende possibile avere una struttura in grado di rispondere in maniera tempestiva ai cambiamenti di mercato. Le alleanze che hanno lo scopo di acquisire nuova conoscenza sono spesso complicate da gestire, a causa della difficoltà di trasferimento della conoscenza tacita.

Le alleanze presentano sempre il rischio potenziale di comportamenti opportunistici da parte di altri membri (Harrigan, 1987). Pertanto, è opportuno, che l'impresa non condivida troppe informazioni o risorse con un suo potenziale concorrente.

1.4.2 Joint-Venture

Le joint-venture sono una forma di collaborazione di tipo *equity*. Necessita di un impegno economico ed organizzativo consistente, ed è prevista l'adozione di una struttura formale. Solitamente è richiesto ai partner commerciali un investimento di capitale ingente, e quasi sempre si rende necessaria la creazione di un'entità nuova e distinta rispetto alle imprese che stringono l'accordo.

Prima della effettiva costituzione della società, le parti solitamente stabiliscono tutti i dettagli contrattuali, tra cui i conferimenti alla nuova società, le modalità di ripartizione degli utili, la titolarità e il successivo sfruttamento di eventuali brevetti prodotti.

Nel 2012, nel gruppo Finmeccanica, Ansaldo STS e AnsaldoBreda hanno dato vita ad Ansaldo Honolulu Joint Venture per la realizzazione di una nuova linea metropolitana *driverless* nelle Hawaii.

1.4.3 Licensing

Il licensing è una formula di accordo contrattuale attraverso cui un'organizzazione o un individuo (il licenziatario o licensee) ottiene i diritti d'uso di una tecnologia proprietaria (o di un marchio, un copyright, ecc.) di un'altra organizzazione o individuo (il concedente la licenza o licensor) (Schilling, 2009). Un'impresa attraverso la formula del licensing può acquisire una risorsa di cui non dispone in tempi brevi: il vantaggio è costituito dal costo più basso a quello necessario allo sviluppo proprietario, specialmente considerando che si acquisisce una risorsa già testata e commercialmente valida. L'aspetto negativo del licensing è legato all'alta probabilità che il licenziatario non sia esclusivo.

Dalla prospettiva del licensor, i vantaggi sono legati sia alle *fee* che il licensee paga, sia alla maggiore diffusione e valorizzazione della propria tecnologia, in tempi rapidi. Un'altra causa che può spingere un'azienda a concedere la propria tecnologia in licenza è il perseguire una posizione che assicuri un flusso di *royalties*: la tecnologia viene concessa in modo da scoraggiare i competitor nello sviluppare la propria e adottare quella già disponibile, dietro pagamento di *fee*. Un'altra motivazione può essere legata al voler imporre la propria soluzione come standard dominante.

Gli accordi di licenza sono caratterizzati da molte imposizioni per il licensee, anche se nel lungo periodo il licensor tende a perdere il controllo sulla tecnologia.

1.4.4 Outsourcing

A volte le imprese che sviluppano innovazioni tecnologiche non possiedono tutte le risorse adatte per svolgere in maniera adeguata tutte le attività della catena del valore, e per questo decidono di affidarsi a fornitori esterni per sopperire alle loro mancanze. È il caso del contratto di produzione, usato per modificare la domanda in base ai feedback del mercato senza investire in capacità produttiva proprietaria. L'impresa ha quindi la possibilità di specializzarsi nelle attività che creano vantaggio competitivo, riducendo i costi per tutte quelle attività che non è in grado di gestire, o per cui non è abbastanza efficiente. I fornitori esterni infatti possono assicurare prezzi più bassi grazie alle maggiori economie di scala che riescono a perseguire, risultando a volte più competitivi rispetto alla produzione interna.

Tuttavia l'azienda deve essere in grado di non perdere le occasioni di apprendimento, per non risultare poco competitiva nel lungo periodo: non investendo in una parte della catena del valore, l'impresa potrebbe non sviluppare competenze chiave o non essere in grado di interpretare correttamente i mutamenti del mercato. L'*outsourcing* può portare anche ad alti costi di transazione.

Capitolo 2

Automobili autonome

2.1 Definizione di guida autonoma

Guida autonoma e guida assistita non sono sinonimi: esprimono concetti che presentano differenze sostanziali.

Un'automobile autonoma è in grado di soddisfare autonomamente le necessità di trasporto, svolgendo le mansioni che sono solitamente compiute dal conducente nelle normali fasi di guida: i sistemi hardware e software provvedono a comprendere l'ambiente e far muovere la vettura. I sensori installati interagiscono con il software dedicato e provvedono a prendere la decisione migliore in ogni circostanza, senza che sia necessario l'intervento umano.

Un'autovettura assistita invece dispone di una serie di soluzioni che aiutano il conducente durante la guida, ma non lo esentano dal prestare la massima attenzione. L'assistenza alla guida può entrare in funzione solo in determinate circostanze, e agevola alcune manovre durante il parcheggio o le fasi di percorrenza sia stradale che autostradale.

In merito alla terminologia, da un punto di vista lessicale il termine "automatizzato" è più accurato nel rappresentare le istruzioni che una macchina esegue, mentre il termine "autonomo" implica un certo grado di libertà ed arbitrarietà, non attribuibile alle apparecchiature elettroniche. Tuttavia la comunicazione dei principali produttori di automobili e software ha reso il termine "autonomo" di uso più comune, per cui in seguito i due vocaboli verranno usati come sinonimi.

2.2 Storia, sviluppo e analisi teorica della guida automatizzata

“Un giorno si sarà in grado di costruire carri in grado di muoversi e di conservare il loro movimento senza essere spinti o tirati da alcun animale.”

[Ruggero Bacone, XII secolo]

L'uomo è da sempre stato affascinato dai mezzi di trasporto che potessero portarlo da un luogo all'altro nel minor tempo possibile. Spinti da questo bisogno l'innovazione tecnologica non si è mai fermata. Da semplici carri trainati da animali ai motori a combustione, oggi si è vicini al traguardo delle automobili in grado di guidare autonomamente. Le rapide e importanti innovazioni avvenute nel mondo dell'*Information Technology* hanno posto le basi per la gestione di moli di dati enormi, oltre allo sviluppo di sistemi connessi in grado di interagire tra loro.

Sebbene questa rivoluzione tecnologica sia discussa e conosciuta dal grande pubblico da relativamente poco tempo, principalmente grazie alla Google Car e a Tesla, le origini della stessa sono quasi centenarie. Infatti, i primi prototipi di auto a guida autonoma risalgono, addirittura, agli anni '20 del secolo scorso.

Nel 1925, l'azienda americana di equipaggiamenti radio Houdina Radio Control presentò il primo veicolo senza conducente radiocontrollato, una Chandler dotata un'antenna radio. Il veicolo, battezzato Linrrican Wonder, compì un giro dimostrativo a New York tra Broadway e la Fifth Avenue senza nessuno al volante: un addetto, situato nella vettura al seguito, inviava i segnali radio al veicolo che li captava e marciava autonomamente.

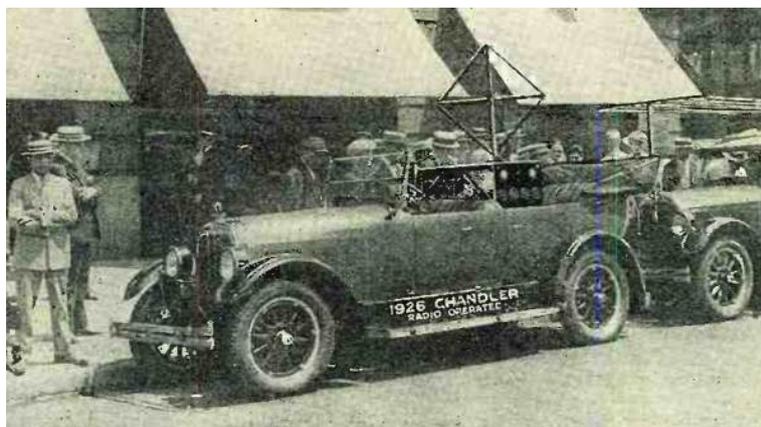


Figura 2.1 Houdina Radio Control, www.wikiwand.com

Nel dicembre del 1926 fece seguito un esperimento simile nella città di Milwaukee, nel Wisconsin, USA. Il veicolo destò molta curiosità e interesse, tanto che i quotidiani dell'epoca titolavano "Phantom Auto will tour the city".



Figura 2.2 Milwaukee Sentinel, giornale dell'epoca, www.wired.it

Nel 1939, all'Expo di New York, furono presentati veicoli radiocontrollati alimentati da un campo elettromagnetico. L'idea venne presentata in un contesto in cui si presentava la città del futuro, chiamata *Futurama*⁶.

Dopo il netto stop, dovuto molto probabilmente alla Seconda Guerra Mondiale, nel 1953 RCA Labs insieme a General Motors condusse esperimenti al fine di realizzare sistemi di controllo automatizzato della guida in grado di controllare acceleratore e freno del veicolo. Era possibile individuare anche la presenza e la velocità di altre auto che percorrevano la stessa strada. Tali sperimentazioni prevedevano la presenza di circuiti e sensori lungo la strada da percorrere, rendendo quindi molto difficile la reale applicazione a causa degli elevati costi infrastrutturali da sostenere.

Nel 1958 General Motors presenta una concept car della linea Firebird, che inglobava tutti i veicoli futuristici non destinati alla produzione di massa. Denominata Firebird III, la concept car era stata dotata di un sistema di *cruise control* in grado di far percorrere al veicolo lunghi tratti autostradali senza l'ausilio del conducente, grazie a sistemi in grado di sterzare, accelerare e frenare il veicolo.

⁶ Il progetto era finanziato da General Motors

Nel 1986, un furgone Mercedes-Benz fu riadattato dall'ing. Ernst Dickmanns, docente presso l'università di Monaco. Il van, noto come VaMoRs, fu il primo esempio di veicolo completamente autonomo: era dotato di varie telecamere e sensori che gli permettevano di procedere senza intervento umano, grazie all'elaborazione dei dati raccolti dai dispositivi ivi installati. Sebbene rimase un prototipo, molte case automobilistiche ne hanno ripreso i principi di funzionamento.

Nel 1994 l'ing. Dickmanns, insieme a Mercedes-Benz, presentarono i veicoli robot gemelli Vamp e Vita-2, che furono in grado di percorrere mille chilometri lungo un'autostrada parigina a tre corsie in condizioni di traffico variabile. Fu possibile sperimentare varie condizioni di guida e varie manovre, come ad esempio sorpassi, cambi di corsia, rallentamenti e guida al limite consentito, con sporadica necessità di intervento umano.

Nel 1998 un docente italiano, il Prof. Alberto Broggi dell'Università di Parma, prese parte agli esperimenti sulla guida autonoma. Il Prof. Broggi lavorò su Argo, una Lancia Thema modificata, che percorse circa duemila chilometri in sei giorni ("Mille Miglia in Automatico") sulle strade del Nord Italia, per il 94% del tempo in totale autonomia. Argo aveva solamente due telecamere in bianco e nero che inviavano un'immagine dell'ambiente esterno: i dati venivano rielaborati e analizzati permettendo alla Lancia Thema di muoversi agilmente nello spazio.⁷

Tra il 2004 e il 2007 sono stati lanciati dal governo americano tre concorsi militari, denominati Demo I, Demo II e Demo III con lo scopo di trovare la migliore tecnologia autonoma da adottare nei mezzi off-road.

Il 2008 è l'anno dei primi sistemi di trasporto pubblico senza conducente, sviluppati in Olanda con il nome di ParkShuttle; lo stesso anno, in Canada, l'azienda mineraria Rio Tinto Alcan ha iniziato a testare i primi veicoli da cantiere completamente autonomi.

Dal 2009 fino ad oggi lo sviluppo delle tecnologie per la guida autonoma è portato avanti da case automobilistiche e da aziende produttrici di software, che lavorano in simbiosi per battere il mercato e ottenere una posizione di vantaggio competitivo nell'era che rivoluzionerà la mobilità.

⁷ Nel 2010 il prof. Broggi ha portato una auto a guida autonoma all'expo di Shanghai, facendola guidare da Parma fino in Cina prevalentemente in modalità automatizzata. È stato il primo test intercontinentale su strada.

2.3 Una soluzione ai problemi moderni

La guida autonoma sarà uno dei driver per porre rimedio a problemi recenti, che la modernità, la globalizzazione e il costante incremento della densità abitativa nelle grandi metropoli stanno causando: in un paper del MIT viene trattato proprio questa problematica da Ryan C.C. Chin. Nel paper vengono individuate le caratteristiche tipiche delle moderne metropoli: viene preso ad esempio il caso di Taiwan, con una densità abitativa di 646 abitanti/km². Lo Stato cinese soffre di gravi problemi di inquinamento, come d'altronde tutte le realtà metropolitane moderne, dovuti all'enorme mole di veicoli in circolazione. Nello specifico a Taiwan ci sono 5,7 milioni di automobili e 13,56 milioni di moto o scooter, con una crescita annua del 3,5%. Inoltre l'11% dell'inquinamento è provocato dai veicoli a 2 ruote.

Questi numeri, come intuibile, provocano grandi congestioni: il paper infatti approfondisce i numeri riguardo i posti disponibili per ogni mezzo, riscontrando che:

- per ogni parcheggio per automobile ci sono 6,3 autovetture
- per ogni parcheggio per moto o scooter ci sono 9,3 veicoli a 2 ruote

Questo, secondo Chin, causa un elevato consumo di carburante: circa il 40% dello stesso viene usato per cercare parcheggio, producendo inquinamento. Il servizio pubblico, inoltre, spesso non viene considerato come alternativa a causa della scarsa copertura di certe zone urbane. Il paper si conclude proponendo varie soluzioni basate sulla *sharing economy*: in primo luogo soluzioni di *bike sharing*, già sviluppate in varie metropoli.

In seguito viene proposto un nuovo modello di automobile in grado di ripiegarsi, capace di trasportare 2 persone senza bisogno di conducente, essendo dotata di sistemi di guida autonoma.

Un report di Morgan Stanley Investment Management, “Veicoli a guida autonoma”, affronta l'argomento, evidenziandone l'importanza e l'appetibilità economica e sociale: si stima che circa il 90% degli incidenti avvenga per cause legate all'errore umano. Ridurre gli incidenti, oltre gli ovvi benefici legati alla minore mortalità e ai minori danni alle persone, porterebbe a una diminuzione della spesa sanitaria e del costo delle polizze assicurative.

Eliminare l'errore umano è possibile grazie all'uso di reti neurali profonde, che apprendono automaticamente nel tempo. È praticamente impossibile scrivere un codice specifico che possa includere tutte le possibili situazioni in cui i veicoli possono ritrovarsi. Tramite sistemi di radar, GPS e telecamere, il sistema raccoglie dati e mappa in 3D l'ambiente circostante: le informazioni vengono quindi gestite dalle reti neurali che, tramite complessi algoritmi, elaborano quella che possiamo definire la "percezione" del veicolo nello spazio, sia rispetto a sé stessa che rispetto agli altri. Il sistema è migliorato installando più sensori lungo il perimetro del veicolo in grado di raccogliere dati diversi, migliorando la percezione globale e aumentando la rapidità di assorbimento delle reti neurali. Infatti il software inizierà gradualmente a riconoscere gli altri veicoli, i pedoni, le corsie e le condizioni ambientali generali, permettendo una sempre maggiore autonomia di guida, fino a raggiungere la piena indipendenza negli spostamenti quotidiani. Dal paper emerge la principale problematica di queste soluzioni tecnologiche: la corretta elaborazione e gestione dei dati prodotti.

Un documento dell'International Transport Forum, "Automated and autonomous driving", approfondisce proprio questa tematica. Lo studio evidenzia come le tecnologie necessarie per la guida autonoma esistono già, e hanno tutte l'obiettivo di ridurre gli incidenti riducendo l'errore umano. Tuttavia viene evidenziato come esista la possibilità che si creino incidenti causati da errori dei software, che possono male interpretare l'ambiente circostante o più semplicemente avere dei malfunzionamenti (è emblematico il caso di Tesla, che nel luglio del 2016 ha causato la morte del conducente di una Model S che non ha riconosciuto un TIR, scambiando il lato bianco del rimorchio con il cielo e finendo per essere schiacciata dal rimorchio stesso).

Il paper continua l'analisi ipotizzando che nel medio termine, realisticamente, la maggior parte delle autovetture sarà dotata di sistemi di guida semi autonoma, utilizzabili principalmente su tratte autostradali o code con frequenti fermate e ripartenze. Sarà ovviamente compito del conducente intervenire manualmente in caso di necessità, a causa dell'elevato grado di complessità delle situazioni possibili e ai conseguenti rischi di malfunzionamento dei sistemi. La guida completamente autonoma, continua il paper, ha le caratteristiche per essere *disruptive* in vari settori, ridisegnando il concetto di trasporto sia in ambito industriale sia in ambito privato.

2.4 Livelli di automazione

La definizione di standard rende possibile l'omologazione, la comprensione e la comunicazione di prodotti o processi. Nei casi in cui questi assumano un carattere di novità, gli organi che definiscono gli standard aiutano il mercato ad avere dei riferimenti chiari e precisi cui riferirsi, permettendo quindi interazioni professionali efficienti tra i vari attori. Nel caso della guida autonoma, la SAE⁸ International ha stabilito degli standard internazionali cui riferirsi per identificare il livello di automazione raggiunto.

SAE International è un ente globale di normazione nel campo dell'industria aerospaziale, automobilista e veicolistica, con sede a Troy, Michigan, USA. Formata da oltre 128.000 scienziati, ingegneri ed esperti, si occupa di sviluppare e definire standard ingegneristici per ogni genere di veicolo motorizzato, passando dalle automobili alle navi fino agli aeromobili. La SAE ha stabilito la maggior parte delle norme accettate ed usate nell'industria automobilistica, come ad esempio i cavalli vapore come misura della potenza delle autovetture.

Nel 2014 la SAE International Automotive ha pubblicato un nuovo standard internazionale (J3016), stabilendo sei differenti livelli per la guida autonoma sulla base dell'intervento richiesto al conducente durante la guida.

Nello specifico la SAE così classifica i livelli di automazione:

Livello 0	Nessuna automazione Il guidatore deve gestire ogni aspetto della guida del veicolo, anche se coadiuvato da quei sistemi di sicurezza che non possono prendere il controllo dello stesso, come ad esempio il sistema di rilevamento dell'angolo cieco.
Livello 1	Guida assistita Il veicolo è in grado di sterzare, accelerare e frenare autonomamente in particolari condizioni; il conducente deve essere in grado di riprendere il controllo in qualsiasi momento. Tra questi sono compresi, ad esempio, i mezzi dotati di sistemi di frenata d'emergenza o mantenimento della corsia.

⁸ Society of Automotive Engineers

Livello 2	<p style="text-align: center;">Automazione parziale</p> <p>Veicoli semi-autonomi in grado di sterzare, accelerare e frenare autonomamente senza intervento umano; il conducente, che deve essere pronto ad intervenire in caso di necessità in qualsiasi momento, deve monitorare l'ambiente circostante.</p>
Livello 3	<p style="text-align: center;">Automazione condizionata</p> <p>Tutti i compiti precedenti sono svolti dal veicolo, compreso il monitoraggio dell'ambiente circostante; il conducente deve essere in grado di intervenire qualora il sistema lo richiedesse. L'automazione, da usare principalmente in autostrada, deve essere espressamente attivata dal guidatore, e si disattiva qualora lo stesso non tenga le mani sul volante o nei casi in cui la guida autonoma non è autorizzata ovvero non è sicura.</p>
Livello 4	<p style="text-align: center;">Alta automazione</p> <p>Il veicolo è in grado di gestire autonomamente tutte le variabili, compreso il traffico, senza necessitare dell'intervento umano, ma esclusivamente in condizioni normali. Non è infatti possibile per il sistema funzionare in caso di maltempo, non essendo possibile analizzare in maniera completa e puntuale l'ambiente circostante. Il conducente è ancora in grado di intervenire e guidare in maniera tradizionale.</p>
Livello 5	<p style="text-align: center;">Automazione totale</p> <p>Il sistema di guida autonoma è in grado di controllare tutte le variabili, in qualunque condizione. Il veicolo è in grado di circolare su qualsiasi strada in condizioni di sicurezza. Il design dell'auto subisce quindi un consistente mutamento, non essendo più presenti volante e pedaliera.</p>

2.4.1 Effetti sul design dei veicoli

I sistemi di automazione, combinati con la tendenza all'elettrificazione, porteranno certamente a consistenti sviluppi e modifiche al design delle automobili, che potrebbero diventare molto diverse da quelle attualmente in commercio. Raggiunto il livello 5 di automazione, infatti, non sarà più necessaria la presenza del posto guida, dei pedali e dello

sterzo; il motore elettrico, di dimensioni ridotte rispetto alla controparte termica, permetterà un minore impiego di spazio.

Livello di automazione	0	1	2	3	4	5
	no automation					full automation
Volante, accelerazione, decelerazione e segnazione						
Monitoraggio e risposta ai segnali ambientali						
Guida manuale in caso di emergenza (fallback performance)						
Modifiche al design del veicolo	Nessuna	Poche	Poche	Poche	Poche	Molte

WWW.AUTOAGE.IT

Figura 2.3 I livelli della driving automation, www.autoage.it

Uno studio di Frost e Sullivan⁹ ha analizzato i possibili cambiamenti nel design della prossima generazione di automobili a guida autonoma. Le possibili soluzioni sono modulari, e costituiranno importanti innovazioni in grado di attraversare settori all'apparenza molto lontani.

In primo luogo, è ipotizzabile un largo impiego di display ad altissima risoluzione e numerose superfici touch utili a interagire con il software. Nuove applicazioni di realtà aumentata renderanno l'esperienza d'uso più completa e appagante.

Altro tipo di evoluzione possibile permette la riconfigurazione degli spazi interni per permettere di fare attività fisica, spaziando da esercizi cardiovascolari alla meditazione. Gli schermi mostreranno i tutorial con le corrette esecuzioni. I veicoli, inoltre, avranno sensori per monitorare e comprendere lo stato di salute ed emotivo dei passeggeri. Sulla base delle rilevazioni i contenuti proposti varieranno per adattarsi il più possibile ai gusti e all'umore di ogni persona.

⁹ Global Autonomous Driving Market Outlook, marzo 2018

La produttività è forse l'ambito di applicazione che ne potrà trarre maggior beneficio. Anche in questo caso le possibilità sono molteplici: i veicoli potranno essere progettati per diventare delle Meeting Room su ruote, con incluse macchine del caffè, wi-fi, grandi schermi e prese per caricare dispositivi elettronici.

Nel caso invece di veicoli in cui il piacere di guida è fondamentale, come ad esempio nel caso di vetture sportive, sarà possibile installare volanti retraibili per le fasi di guida autonoma. Per garantire maggior sicurezza, i sensori potranno analizzare il guidatore per stabilirne le condizioni psico-fisiche e valutare se sono adeguate alla guida. Ad esempio analizzando i valori alcolemici del sangue.

Le possibilità sono numerose, ogni produttore proporrà la sua personale interpretazione: Volvo ad esempio, con la vettura concept 360c, propone una soluzione in grado di adattarsi a varie necessità, passando dal divertimento al totale relax, grazie a poltrone che si trasformano in letto.

2.5 Tecnologie utilizzate per l'automazione

Attualmente, quasi tutti i veicoli in circolazione sono collocabili sui livelli compresi tra 0 e 2, in cui i sistemi supportano il pilota senza mai sostituirlo; in alcune vetture top di gamma, come l'Audi A8, sono già presenti sistemi di livello 3.

Nei primi livelli, la vettura è dotata di sensori in grado di analizzare l'ambiente circostante e segnalare eventuali pericoli, o al massimo intervenire sulla frenata del veicolo in caso di necessità. Dal terzo livello i sistemi sono in grado di sostituire progressivamente il conducente, fino alla completa automazione del livello 5.

I sensori in uso attualmente sono principalmente:

- **GPS**

Il GPS (Global Position System) è un sistema di posizionamento e navigazione per uso civile. Tramite una rete di satelliti orbitali dedicati, fornisce agli appositi ricevitori informazioni riguardo le loro coordinate geografiche e l'orario tramite onde radio. Il grado attuale di accuratezza è nell'ordine di pochi metri, il che, nelle applicazioni relative alla guida automatizzata, rende necessario l'uso di altri

sensori. Il prezzo di un ricevitore GPS moderno è basso. Alcuni ricevitori possono ricevere sia il segnale GPS che il segnale GLONASS (sistema russo concorrente).

- **LiDAR**

Il LiDAR è una tecnica di *remote sensing* in grado di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie tramite impulso laser, in maniera simile ai radar ma con molta più precisione. La distanza dall'oggetto è misurata determinando il tempo trascorso tra l'emissione dell'impulso e la ricezione del successivo segnale proveniente dalla rifrazione luminosa della materia. Nell'*automotive* è usato per creare mappe 3D del mondo fisico in tempo reale. Allo stato attuale la tecnologia è molto costosa ed ingombrante.

- **RADAR a contro, medio e lungo raggio**

Il radar è un sistema di rilevamento e misurazione della distanza che utilizza onde radio per rilevare posizione e velocità di oggetti, sia fissi che mobili. Consente di ottenere immagini dettagliate dei dintorni indipendentemente dalle condizioni ambientali. Il loro costo non è molto elevato.

- **SONAR**

Il sonar utilizza la propagazione delle onde sonore per rilevare la presenza di ostacoli. Nelle automobili sono posti intorno alla vettura, e sono utilizzati principalmente nelle manovre di parcheggio. Il costo non è particolarmente elevato.

- **Telecamere a 360°**

Sulle automobili dotate di sistema di telecamera a 360° sono presenti varie telecamere, posizionate nella parte anteriore, posteriore e laterale del veicolo. Il software provvede a unire le immagini provenienti dalle varie camere e fornisce la visione completa di ciò che circonda la vettura. I prezzi variano a seconda della qualità della camera.

- **Telecamere a infrarossi e/o termiche**

Alcune camere sono dotate di visione notturna, resa possibile dai raggi infrarossi che vengono propagati dalle apparecchiature. Grazie agli stessi raggi, è possibile rilevare l'energia termica emessa da un oggetto e convertirla in immagine. Il costo per prodotti di qualità è elevato.

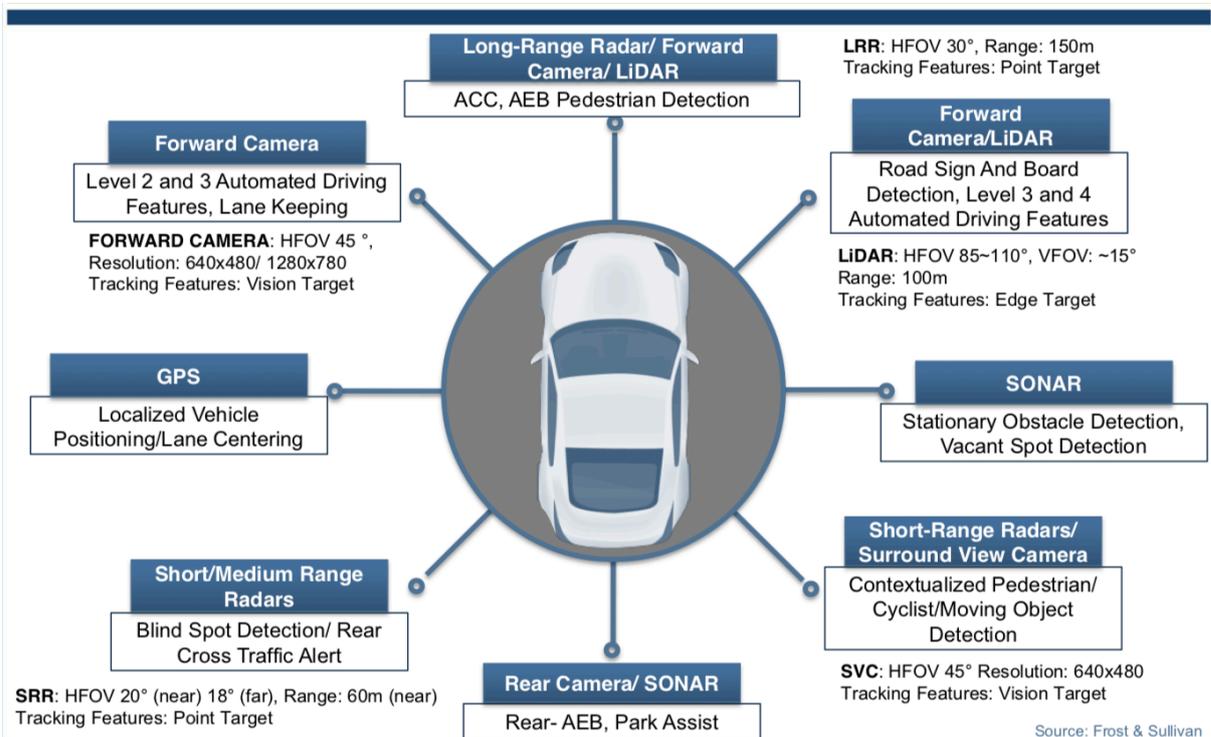


Figura 2.4 Sensori utilizzati, Global autonomous driving market outlook, Frost & Sullivan, marzo 2018

Una recente ricerca pubblicata da KPMG¹⁰ ha analizzato le soluzioni tecnologiche adottate.

2.5.1 Sensor-Based Solutions

L'industria automobilistica sta investendo in R&S per sviluppare soluzioni, basate sull'uso di sensori, che migliorino la sicurezza delle auto durante la guida a bassa velocità, bloccati nel traffico, oppure durante i lunghi tratti autostradali, a velocità sostenuta. Sono infatti questi i momenti in cui, statisticamente, si verificano la maggior parte degli

¹⁰ Self-driving cars: The next revolution,

incidenti.

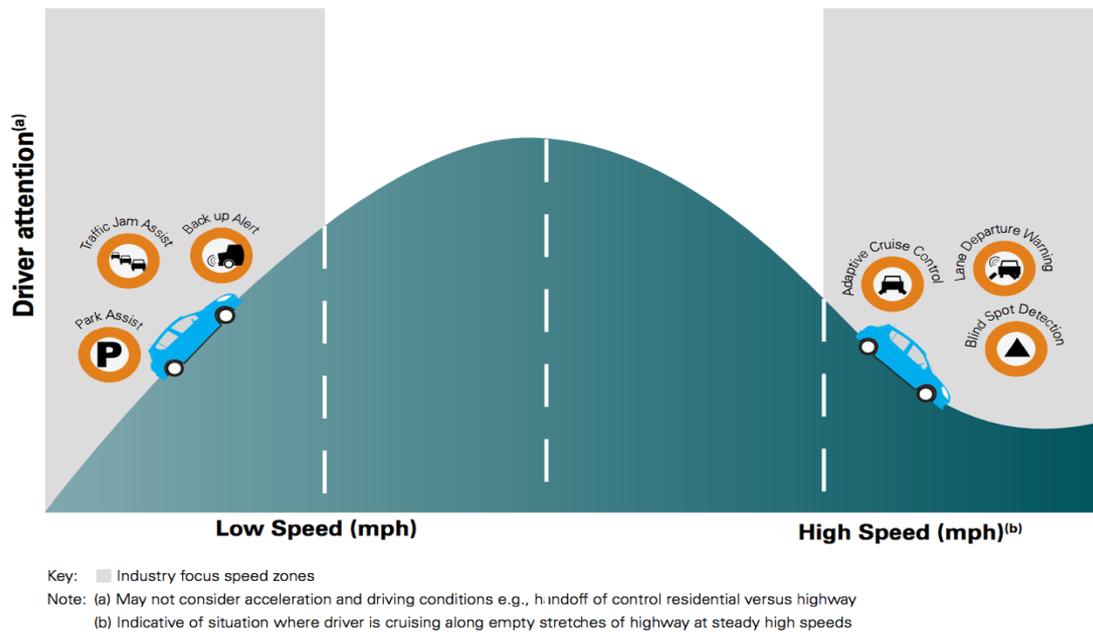


Figura 2.5 Zone di velocità in cui sono operative gli ADAS, *Self-driving cars: The next revolution*, KMPG

Conosciuti con l'acronimo di ADAS (*Advanced Driver Assist Systems*), questi sistemi si basano su una serie di sensori avanzati, come telecamere stereoscopiche, radar a corto e a lungo raggio, sensori LiDAR e computer vision. I dati raccolti vengono elaborati dal software, che permette all'auto di compiere in autonomia alcune manovre.

Gli ADAS più diffusi sono i seguenti:

<p>ACC - Adaptive Cruise Control</p>	<p>Tramite un sensore radar, una telecamera posta sul parabrezza e le indicazioni fornite dal sistema di navigazione della vettura, viene mantenuta una certa velocità, che si adatta, se necessario, al veicolo che precede. I sistemi più recenti adattano l'andatura in base al percorso (es. curve) e alle indicazioni stradali.</p>
<p>AEB - Autonomous Emergency Braking</p>	<p>Grazie a una telecamera o a dei radar, la vettura è in grado di frenare autonomamente in condizioni di emergenza, nel traffico a bassa velocità. I sistemi più evoluti possono anche intervenire sul volante e</p>

	<p>riconoscere pedoni e biciclette; il sistema è attivo anche a velocità sostenute.</p>
<p>ALC – Adaptive Light Control</p>	<p>Questi sistemi sono in grado, tramite sensori più o meno evoluti, di gestire le luci del veicolo. Le versioni più avanzate che utilizzano fari a matrice di led possono spegnere parte del faro per non abbagliare gli altri utenti durante la guida, mantenendo accesa la restante parte.</p>
<p>APS – Automatic Parking System</p>	<p>Grazie a questi sistemi la vettura è in grado di riconoscere gli spazi di parcheggio e fare in maniera autonoma le manovre, agendo sullo sterzo, grazie ad una serie di sensori ad ultrasuoni. Nelle versioni più moderne non è necessario accelerare né frenare.</p>
<p>BSM – Blind Spot Monitor</p>	<p>Monitora l'angolo cieco, ossia la zona in cui non è possibile vedere un veicolo che sta sopraggiungendo perché non ancora presente nell'area di visione del retrovisore, e coperto dal montante posteriore. I sensori radar rilevano la presenza del veicolo che sopraggiunge, e un indicatore a led segnala al conducente il potenziale pericolo. I sistemi più avanzati agiscono anche sul volante.</p>
<p>CMS – Camera Monitor System</p>	<p>Tramite l'utilizzo di telecamere viene monitorato lo spazio intorno all'auto, e il software può produrre una visione a 360° di ciò che circonda la vettura. Nei sistemi più moderni viene riprodotta una visione in 3D, che permette un livello di precisione e controllo ancora maggiore.</p>
<p>CTA – Cross Traffic Alert</p>	<p>In prossimità di un incrocio, il sistema utilizza sensori e camere per evitare incidenti nel caso in cui sopraggiunga un veicolo che il guidatore non può vedere.</p>
<p>DAS – Driver Attention</p>	<p>Tali sistemi misurano il livello di attenzione del</p>

Assist	conducente per evitare i colpi di sonno: alcuni usano lo stile di guida, altri controllano sguardo e testa del conducente.
EDA – Emergency Driver Assistant	Tramite l'uso coordinato di vari sistemi, il veicolo è in grado di comprendere se il guidatore è in stato di incoscienza. In questo caso l'auto sollecita il conducente tramite luci, suoni e frenate; nel caso in cui queste misure non producano effetto, si attiva la procedura di arresto di emergenza. La vettura attiva gli indicatori luminosi d'emergenza e inizia a frenare fino a fermarsi nelle apposite zone di sosta, provvedendo anche a sterzare dove necessario.
HDC – Hill Descent Control	Sistema presente nei SUV e nei crossover, aiuta il conducente nelle discese più ripide mantenendo la velocità della vettura sotto i 5 km/h, agendo in autonomia sui freni.
LCA – Lane Change Assist	Tramite vari sensori, il veicolo può cambiare autonomamente corsia all'attivazione dell'indicatore di direzione, al fine di effettuare un sorpasso.
LKA – Lane Keeping Assist	Tale sistema, in assenza di indicatore di direzione attivato, indica al conducente che si sta abbandonando la corsia in cui si sta marciando, solitamente tramite una vibrazione e/o suoni. Nei sistemi più avanzati il sistema può agire pesantemente sul volante, controsterzando al fine di mantenere il veicolo nella sua corsia.
NVA – Night View Assist	Tramite sensori infrarossi e camere termiche, il sistema può determinare la presenza di veicoli, essere umani e animali nell'oscurità, con una profondità di campo superiore a quella della vista del conducente.
RTA – Rear Traffic Alert	Usando sensori radar, il veicolo rileva il sopraggiungere di altri mezzi nelle fasi di uscita da un

	parcheggio perpendicolare alla strada, avvisa il conducente e frena automaticamente, se necessario.
TJA – Traffic Jam Assistant	Il veicolo, se dotato di cambio automatico, è in grado di accelerare e frenare nei casi di incolonnamento nel traffico.
TSR – Traffic Sign Recognition	Usando la telecamera anteriore, il sistema riconosce i cartelli stradali e li riporta sul cruscotto o sul navigatore.

Questa tipologia di soluzioni presentano tuttavia alcuni macro problemi. Allo stato attuale i sensori e l'intelligenza artificiale non sono in grado di leggere e interpretare l'ambiente con la stessa accuratezza della mente umana: essa infatti è in grado di usare esperienze passate per prevedere scenari futuri, come nel caso di un pallone che rimbalza sulla strada, che sarà probabilmente seguito da un bambino a rincorrerlo. L'intelligenza artificiale non è ancora in grado di prevedere e comprendere tali situazioni, che gli esseri umani imparano a conoscere e gestire in anni di vita, e che dovrebbero essere inserite in complessi algoritmi. Altro problema è legato ai costi: sistemi che permettano alle vetture di guidare autonomamente richiedono sensori molto costosi, molto probabilmente più della willingness-to-pay della clientela. I sensori LiDAR usati sulla Google Car costano infatti circa 70 000\$, e sono anche molto ingombranti.

2.5.2 Connectivity-Based Solutions

I sistemi basati sulla connettività utilizzano le tecnologie wireless per comunicare in tempo reale da veicolo a veicolo (V2V), da veicolo a infrastruttura (V2I), e viceversa. Con la sigla V2X (Vehicle to everything) si intende la capacità del veicolo di comunicare con qualsiasi oggetto, includendo connettività sia V2V che V2I. Il vantaggio che deriva da questa soluzione basata su onde radio (DSRC, Dedicated Short Range Communication) è la bassa latenza, la velocità di connessione e la standardizzazione dei processi di connettività; va tuttavia evidenziato che le onde radio sono soggette alla congestione dello spettro delle frequenze.

La tecnologia Vehicle to Vehicle (V2V) consente la connessione tra veicoli tramite segnali radio a corto raggio basati su tecnologia IEEE 802.11, meglio conosciuti come Wireless LAN. In questo modo i veicoli si connettono automaticamente e creano una rete che permette di condividere posizione, velocità, direzione e tutte le informazioni necessarie; ogni veicolo ha inoltre anche la funzione di router e permette quindi la diffusione di informazioni anche a veicoli più distanti rispetto alla sua copertura wireless. La Vehicle to Infrastructure (V2I) mette in comunicazione il veicolo con i sistemi esterni come semafori, edifici, strade e autostrade, tramite una struttura centralizzata adibita a comunicare con i mezzi in transito. In questo modo è possibile quindi regolare il traffico, oppure ottimizzare il consumo di carburante e, quindi, le emissioni dei veicoli, ad esempio.

Anche in questo caso ci sono varie problematiche da dover affrontare e risolvere. Il primo problema riguarda il raggiungimento della massa critica: è infatti necessario che ci sia un numero sufficientemente grande di veicoli che utilizzando questa tecnologia affinché la stessa possa avere valore ed utilità. Inoltre sono necessari investimenti nelle infrastrutture, che dovranno essere dotate di ricevitori ed emettitori di segnali Wireless in grado di gestire una mole di dati notevole, prevedendo anche la gestione dei picchi di traffico.

Infine, sebbene i sistemi di connettività presentano indubbi vantaggi, per assicurare maggior efficacia e sicurezza è necessario l'utilizzo di sensori che possano analizzare l'ambiente esterno: le due tecnologie dovranno coesistere per massimizzare il valore dell'innovazione. Come afferma Pri Mudalige, staff Reserch di General Motors Global R&D, "la tecnologia V2V può semplificare i sistemi automobilistici di assistenza alla guida basati completamente sui sensori, migliorare le loro prestazioni e renderli più economici."

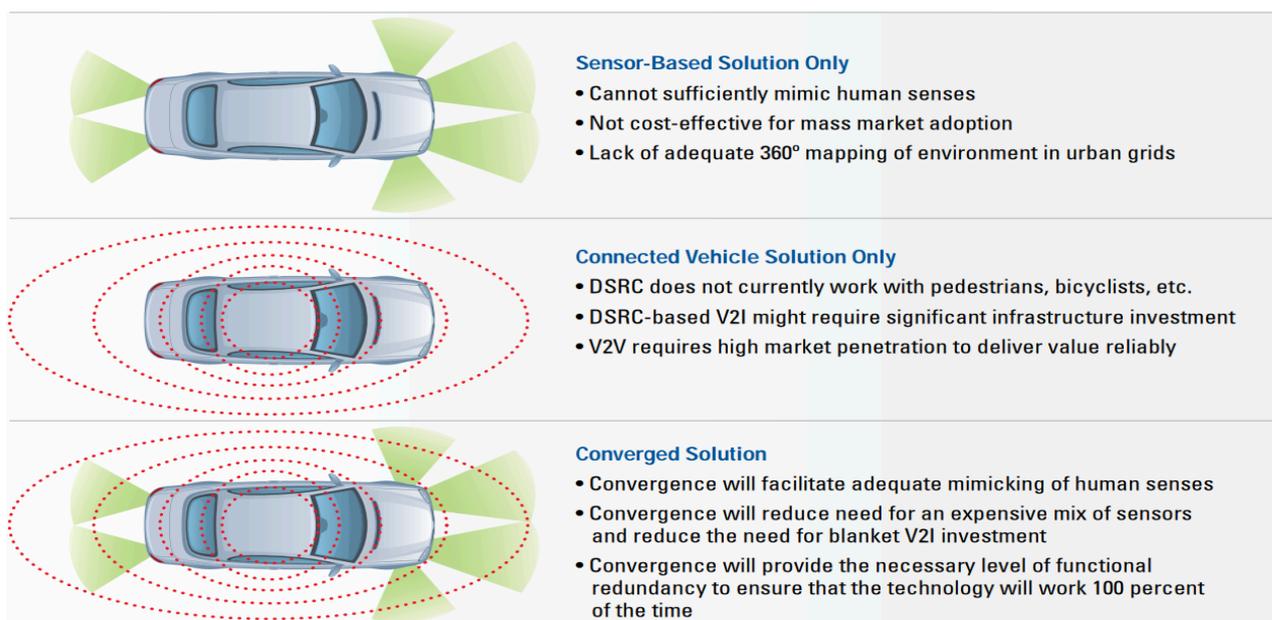


Figura 2.6 Soluzioni tecnologiche, Self-driving cars: The next revolution, KMPG

2.5.3 Bayesian Simultaneous localization

La guida autonoma, essenzialmente, è resa possibile grazie a un software che assume il controllo dell'auto. I sensori prima esaminati hanno quindi una funzione essenzialmente assistenziale, e servono al “cervello elettronico” per meglio comprendere l'ambiente sfruttando il maggior numero possibile di dati.

Per elaborare la consistente mole di dati prodotta è necessario utilizzare algoritmi complessi. Quelli denominati SLAM (*Simoultaneous Localization And Mapping*) sono in grado di mappare l'ambiente a 360°, anche se sconosciuto, e individuare costantemente la propria posizione nello spazio, usando i dati raccolti dai sensori della vettura. Nata ed usata nella robotica, questa tecnologia permette di sviluppare una mappa 3D per comprendere lo spazio entro cui il veicolo si muove, individuarne gli ostacoli e, nelle versioni più moderne sviluppate da Google, prevedere il movimento di altri soggetti e/o veicoli. I sensori LiDAR, ad esempio, scannerizzando costantemente l'ambiente usano fasci di luce laser a lungo raggio. Lo SLAM può avere vari sensori come input, ognuno dei quali dotato di uno specifico algoritmo in grado di determinare movimento e posizione da quello specifico input. Nei sistemi a guida autonoma viene usata una mappa off-line, in modo che il veicolo possa essere in grado di riconoscere lo spazio nella maggior parte dei casi e muoversi di conseguenza.

La start-up inglese Wayve ha presentato a fine giugno 2018 il suo approccio alla guida autonoma: la soluzione proposta prevede l'uso di semplici telecamere e del *machine learning*. Non prevedendo quindi l'uso di complessi e costosi sensori, il progetto intende democratizzare la guida autonoma, semplicemente insegnando all'algoritmo a guidare, correggendolo quando serve: sul loro sito il processo di apprendimento viene paragonato a quello dell'uomo quando deve apprendere ad andare in bicicletta. Stando ai loro esperimenti, sono necessari 20 minuti di guida per insegnare al software basato su reti neurali a guidare seguendo la carreggiata: semplicemente dando dei feedback all'algoritmo in caso di errore o di successo, esso comprende cosa fare.

2.5.4 Trend di sviluppo tecnologico

Osservando l'avanzamento tecnologico degli ultimi anni è possibile valutare il trend tecnologico che case e fornitori stanno seguendo. Tutte le innovazioni saranno di tipo incrementale, e saranno rivolte al potenziamento dei sensori e degli elaboratori. Alcune tecnologie presentano un ampio margine di miglioramento delle performance; per altre l'aspetto fondamentale è legato allo sviluppo di processi che possano abbassarne il costo.

La connettività verrà potenziata con soluzioni che offrano vasta copertura e buona velocità; i sensori della prossima generazione saranno più accurati e capaci di far sviluppare nuove importanti funzionalità.

I sensori laser LiDAR, a seguito di un maggior uso, avranno costi inferiori, più precisione e saranno realizzati in maniera più semplice e meno ingombrante.

Le telecamere saranno dotate di sensore trifocale, che combinerà i dati raccolti da 2 telecamere ad infrarossi e 2 telecamere a colori; questa tecnologia è già in stato sperimentale nel progetto Drive Me di Volvo Car.

I sensori ad infrarossi avranno un raggio d'azione maggiore, e il software dovrà essere in grado di analizzare con maggior precisione i dati, per evitare incidenti mortali come il caso della vettura automatizzata di Uber, occorso nel marzo 2018. Le nuove camere avranno la tecnologia 4D, con realtà aumentata.

I software diventeranno capaci di “percepire” tutto ciò che gli circonda meglio di un essere umano e creare pattern di comportamento per prevedere i movimenti di auto automatizzate e tradizionali. Per far ciò sarà sviluppata massivamente l’intelligenza artificiale e il *machine learning*, usando architetture di *deep learning*.

I veicoli saranno sempre più vicini al mondo dei computer, e l’infotainment avrà frequenti aggiornamenti software scaricabili direttamente da internet dall’utente. Aumenterà la componente interattiva, e i comandi vocali comprenderanno il linguaggio naturale. Lo sviluppo di assistenti vocali avrà un’accelerazione consistente, così come l’intelligenza artificiale.

Le infrastrutture digitali verranno potenziate, e quelle fisiche avranno bisogno di un aggiornamento per essere connesse e gestire efficacemente i nuovi flussi di veicoli connessi.

2.6 Benefici e problematiche delle auto a guida autonoma

“Il trasporto, dev’essere visto come un servizio: i modelli di sviluppo di questo particolare settore finiscono per incidere su una quantità di fronti: non solo urbanistica ma anche salute, sicurezza, business. Spazi sicuri, per esempio, fanno bene agli affari. Le strade delle nostre metropoli non sono affatto ottimizzate per generare una domanda che c’è, va indotta ma tende a concentrarsi altrove”. [Enel Focus On, New York – 15 luglio 2017]

La citazione lascia intravedere la portata della rivoluzione che la tecnologia consentirà di raggiungere. La connettività di veicoli e infrastrutture permetterà infatti di poter gestire il flusso di traffico nelle città che oggi vivono problemi di congestione, e di progettare le nuove città in modo innovativo.

A cambiare, quindi, sarebbe lo stesso concetto di mobilità urbana ed extra urbana. Dal punto di vista dei costi, secondo uno studio BCG¹¹ condotto sul territorio americano, la spesa per chilometro potrebbe dimezzarsi nei contesti di grandi città altamente trafficate. Analizziamo nel dettaglio gli aspetti positivi derivanti dall’innovazione:

¹¹ The Reimagined Car: Shared, Autonomous and Electric, 2017

- **Sicurezza**

La guida autonoma premetterà di ridurre drasticamente il numero di incidenti stradali. I benefici sono evidenti: migliaia di vite salvate, centinaia di migliaia di persone che non subiscono ferite gravi e conseguente minor spesa sanitaria. I veicoli, grazie alla connettività, saranno virtualmente esenti da collisioni, potendo calcolare con precisione la posizione delle altre vetture, potendo “vedere” l’ambiente intorno a loro e potendo prevedere e prevenire gli scenari di pericolo possibili. Questa evoluzione implica che i veicoli non avranno più bisogno di un elevato numero di misure di sicurezza come air-bag o strutture rinforzate, con un significativo risparmio di peso e spazio.

In un mondo senza incidenti, lo sviluppo dei veicoli risulterebbe più rapido, così come le pratiche burocratiche per l’omologazione: veicoli sempre più legati al mondo tecnologico potrebbero iniziare ad avere cicli di vita delle tecnologie più rapidi, garantendo prestazioni incrementali che migliorerebbero la sicurezza attiva e passiva.

- **Minor spesa per nuove infrastrutture**

Le strade e le autostrade moderne sono pensate per veicoli guidati da esseri umani, che spesso guidano in maniera distratta o hanno poca esperienza sulla strada. Proprio per questo sono presenti vari accorgimenti tecnici che non saranno più necessari in assenza di conducenti umani. Inoltre, grazie alla maggior efficienza del traffico, saranno meno necessarie nuove strade e autostrade. Anche nuove tratte di ferrovie potrebbero diventare superflue, con rilevanti risparmi della spesa pubblica. Inoltre la segnaletica stradale potrebbe diventare obsoleta: le vetture saranno dotate di mappe off-line e on-line con tutte le informazioni necessarie, in tempo reale; laddove ci fossero problemi di connettività, i sensori manterranno la vettura in stato di marcia ottimale per il tempo necessario a ristabilire la connessione.

- **Riduzione del traffico**

Grazie alle tecnologie V2V e V2I, il traffico cittadino potrà essere gestito in maniera efficace: nel calcolo del percorso, i sistemi di navigazione avranno le informazioni su posizione e velocità di marcia degli altri veicoli, oltre a conoscere le condizioni di viabilità delle strade e altre informazioni utili. I veicoli inoltre disporranno dei dati inerenti i pattern del traffico, e potranno quindi scegliere il percorso più efficiente e rapido, con conseguente riduzione della congestione e dei tempi di percorrenza, specialmente negli orari di punta.

Inoltre le nuove forme di mobilità permetteranno di ridurre il numero di veicoli in circolazione: grazie al car sharing o al car pooling non sarà più necessario il possesso di un'auto per potersi spostare senza vincoli.

Con meno veicoli in circolazione il problema del parcheggio, tipico delle grandi metropoli, perderà di rilevanza. Le persone guadagneranno tutto il tempo che solitamente perdono nella ricerca di un posto libero e avranno più tempo a disposizione.

- **Emissioni e consumi**

Il minor traffico, il percorso efficiente, la condivisione e l'elettrificazione dei veicoli comporteranno un consumo di carburante inferiore, e conseguenti emissioni inquinanti inferiori. Inoltre tutti i sistemi di sicurezza come air-bag o strutture rinforzate, non più necessari, faranno ridurre il peso e aumentare proporzionalmente l'efficienza di marcia. Nelle grandi metropoli con alto tasso d'inquinamento, come succede in Cina, la qualità dell'aria migliorerebbe anche grazie alle nuove aree verdi che sarebbe possibile creare; le malattie causate dalle particelle inquinanti tenderebbero a calare. Inoltre le telecamere a infrarossi permetteranno di diminuire le luci lungo le strade, non essendo più necessarie, con conseguente risparmio di energia e riduzione di inquinamento luminoso.

- **Maggior inclusione di persone disabili**

Al giorno d'oggi la guida è preclusa o molto difficile per le persone disabili. In futuro la guida autonoma renderà possibile per tutti spostamenti comodi e veloci,

garantendo una maggiore inclusione delle persone con disabilità, con conseguenti benefici sulla qualità della loro vita.

- **Produttività e tempo libero**

Il design dei veicoli subirà certamente modifiche importanti, che lasceranno spazio alla creazione di sale conferenze su ruote o uffici dotati di letto per percorrere tratte più lunghe. Ma anche nei veicoli più tradizionali, non dovendosi preoccupare di guidare, i passeggeri potranno dedicarsi ad altre attività. Sarà possibile dedicarsi alla produttività mentre l'auto guida verso il posto di lavoro o verso casa, rendendo la giornata lavorativa più efficiente ed efficace; i ritardi inoltre diminuiranno.

Ovviamente sarà possibile impiegare il tempo risparmiato nella maniera che si preferisce: ad esempio guardando un film, riposandosi, leggendo un libro o facendo una cena all'interno dell'auto, magari mentre percorre una strada lungo la costa o nel paesaggio innevato di una montagna. Inoltre la qualità della vita migliorerebbe anche grazie all'eliminazione dello stress causato dagli spostamenti quotidiani.

- **Design dei veicoli**

Il design interno ed esterno dei veicoli sarà sviluppato in maniera funzionale: le possibilità sono pressoché infinite, a secondo del campo di applicazione. I concept presentati fino ad ora sono dotati di numerose superfici touch, poltrone reclinabili ed orientabili, tavoli, divani in pregiata pelle, frigoriferi e grandi schermi sulle portiere.

- **Nuovi modelli di business**

Innovazioni di questa portata sono definite *disruptive*, e spesso causano il successo o il fallimento di un'azienda. L'industria dell'automotive attraverserà la più grande rivoluzione della storia, e prevederne gli effetti risulta molto complesso. Tuttavia è possibile ipotizzare che emergeranno nuovi modelli di business, non legati più alla tradizionale vendita di un prodotto ma alla proposta di servizi di mobilità. È infatti probabile che il mercato inizi a preferire soluzioni

di car sharing, in cui il veicolo li accompagna fino a destinazione per poi andare a parcheggiarsi in attesa di nuovi ordini da parte di un altro utente. In questo modo le automobili non saranno ferme la maggior parte del tempo, con conseguente abbattimento del costo chilometrico del servizio. La convergenza tecnologica porterà una sempre maggiore penetrazione di elettronica e ICT: le aziende dovranno essere in grado di ridisegnare i loro confini e le loro proposte per soddisfare il mercato, ed è probabile che nuove realtà si affaccino proponendo soluzioni innovative.

Tuttavia, come sempre, ogni medaglia ha il suo rovescio. Le problematiche legate all'evoluzione tecnologica hanno sempre risvolti molto profondi, e questo caso non fa eccezione. L'aspetto etico è certamente il più difficile da discutere, a causa delle implicazioni sulle scelte da compiere in caso in cui l'impatto fosse inevitabile.

Le difficoltà da fronteggiare sono numerose:

- **Sicurezza dei dati**

Le automobili saranno connesse, e i dati dovranno essere messi in sicurezza. Non è difficile immaginare che hacker o terroristi vorranno impossessarsene per usarli per i fini più disparati: organizzare attentati, scoprire informazioni riservate, cancellare prove, mandare in tilt tutti i veicoli sono solo alcuni esempi dei rischi che si potrebbe correre. Gli hacker potrebbero anche prendere il controllo dei veicoli e creare problemi di sicurezza nazionale o globale. Le tecniche per arginare questi fenomeni sono molte, e l'applicazione delle stesse sarà uno dei pilastri da consolidare per permettere la diffusione della tecnologia.

Altro ambito di particolare spessore è quello relativo alla privacy e al trattamento dei dati personali: in questo caso sarà necessario un intervento normativo che consideri adeguatamente il problema e regoli la circolazione dei dati.

- **Costo elevato**

Il costo dei sistemi più avanzati sarà molto probabilmente alto, specialmente nel primo periodo. Senza aver raggiunto la massa critica di utilizzatori, non sarà possibile che l'effetto network contribuisca a far percepire il valore della

tecnologia. Infatti il valore della tecnologia aumenta se c'è un numero di utilizzatori sufficientemente grande da renderla utile; maggiore è il numero di utilizzatori, maggiori sono i servizi e prodotti accessori che vengono sviluppati. In futuro sarà certamente possibile avere sistemi di guida autonoma a prezzi bassi, a condizione però che la tecnologia si diffonda e che le economie di scala permettano di abbassare i costi e ampliare ancor di più la platea di utilizzatori.

- **Posti di lavoro**

I settori economici coinvolti da questa rivoluzione non sarebbero pochi. Con veicoli che guidano da soli, non ci sarebbe più bisogno di tassisti, autisti di autobus e autotrasportatori. Anche il settore immobiliare potrebbe avere delle ripercussioni: parcheggi multipiano diventerebbero sempre meno utili, costringendo gli imprenditori a sostenere dei costi per adattarsi al cambiamento; gli ospedali privati vedrebbero ridotta in maniera significativa la loro attività lavorativa; i liberi professionisti che provvedono alle riparazioni meccaniche ed estetiche delle automobili vedrebbero un calo dei volumi di attività; le compagnie assicurative infine sarebbero colpite dal forte calo di sinistri; le scuole guida potrebbero fronteggiare una forte crisi.

- **Condizioni climatiche**

Sebbene la tecnologia sia in rapido e costante miglioramento, non si può escludere che i fenomeni atmosferici possano provocare danni o interferire con i sensori. Sarà quindi necessario sviluppare soluzioni immuni ai campi magnetici, al freddo e al caldo, ai cambiamenti termici e in grado di gestire le forti precipitazioni, ad esempio.

- **Regolamentazione**

Precisando che questo aspetto verrà approfondito in seguito, è possibile dire che la circolazione di veicoli con questi sistemi è regolamentata in pochissime aree. L'assenza di normative rende difficile comprendere dove dirigere gli investimenti, che potrebbero portare a soluzioni non considerate legali in alcune aree geografiche. Inoltre gli stessi organi di normazione si trovano a dover

regolamentare un fenomeno completamente nuovo e difficile da gestire correttamente.

- **Aspetti etici e morali**

Sebbene siano progettate per evitare collisioni, le automobili potrebbero trovarsi nella condizione in cui l'impatto è inevitabile. In questa circostanza il software potrebbe dover scegliere tra il salvare la vita dei passeggeri della vettura o salvare la vita degli altri esseri umani coinvolti nell'incidente. Chi dovrebbe essere salvato? Molti dibattiti sono aperti. In linea generale appare plausibile l'ipotesi di scegliere il male minore: ma anche in questo caso, con quali criteri? Il software potrebbe scegliere di salvare il maggior numero di persone, ad esempio. Tuttavia secondo qualcuno questa soluzione potrebbe non essere ottimale: bisognerebbe valutare il ruolo nella società degli individui coinvolti e scegliere anche in base al danno che causerebbe la loro mancanza. Tuttavia questa proposta, che appare discriminatoria e poco realistica, è legata alla conoscenza della vita privata e professionale di tutti gli individui e valutazioni soggettive e probabilmente poco consistenti.

Tornando invece al dilemma precedente, molte persone non sarebbero disposte a cedere la loro vita per salvare quella di altri: per questo motivo potrebbero non accettare dei sistemi di guida autonoma che non cerchino di salvare sempre i passeggeri e, quindi, non userebbero la tecnologia. Ciò potrebbe portarli a scegliere veicoli con tecnologia inferiore, compromettendo l'ecosistema.

Sarà quindi necessario che le aziende facciano scelte trasparenti, e chiariscano in maniera adeguata la loro posizione in merito a queste problematiche che potrebbero portare a derive senza controllo, se non affrontati adeguatamente.

- **Responsabilità legale**

Non è chiaro a chi vada attribuita la responsabilità legale in caso di incidente. Ai produttori del veicolo, agli sviluppatori del software o al conducente? Oppure saranno coinvolte le officine addette alla manutenzione, così come i rivenditori che devono fornire la garanzia legale sui prodotti venduti? Specialmente nel primo periodo, la giurisprudenza si troverà ad affrontare casi delicati e complicati.

- **Dipendenza dalla tecnologia**

Prima che tutte le automobili circolanti diventino completamente autonome trascorreranno molti anni. Nel frattempo circoleranno veicoli tradizionali e le controparti di nuova generazione. Il rischio è che le persone non siano più in grado di guidare, se per qualche motivo ne avessero la necessità.

2.7 Normative

La disciplina legale in materia di guida autonoma non è ancora sviluppata. Solo alcuni paesi hanno iniziato a legiferare per regolamentarla, mentre negli altri non esiste ancora alcuna norma a regolarne l'uso; tuttavia la legislazione verrà certamente predisposta nel momento in cui ci sarà un'effettiva produzione e distribuzione su larga scala delle autovetture a guida autonoma.

Si procede ad analizzare le normative o le linee guida vigenti nel mondo che sono state predisposte entro il mese di settembre 2018.

2.7.1 America

Il Canada ha permesso i test su strade pubbliche, ma è stata emanata solo la *Ontario Pilot Project* che permette i test esclusivamente in Ontario. L'autorizzazione è stata concessa, tra gli altri, a Uber, Continental Magna e QNX, di proprietà di Blackberry.

Gli USA hanno già una normativa federale.

Nel 2016 il Governo americano ha presentato le linee guida federali per lo sviluppo e la messa sul mercato delle auto autonome. Il documento prevede 15 parametri che le vetture devono rispettare.

Nel 2017 l'US Department of Transportation (DOT) e la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) hanno pubblicato l'*Automated Driving System 2.0*, contenente

raccomandazioni valide a livello federale cui i produttori devono attenersi. Il *Self Drive Act* e l'*AV Start Act* sono stati emessi nel corso dello stesso anno.

Bisogna precisare che le leggi variano nei diversi Stati, e la California è quella più attiva.

2.7.2 Asia

In Cina la guida autonoma è stata regolamentata, e dal primo maggio 2018 le Norme Nazionali sono ufficialmente in vigore. Tuttavia ci sono alcuni problemi derivanti da altri regolamenti governativi, come quelli che richiedono un'accuratezza delle mappe non elevata o quelli che impongono la presenza di entrambe le mani sul volante durante la marcia.

In Corea del Sud sono stati autorizzati i test su strade pubbliche a varie aziende. I seguenti soggetti hanno già ricevuto l'autorizzazione: Naver Labs, Hyundai Motor, Seoul National University, Università di Hanyang, Hyundai Mobis, Traffic Safety Corporation e KAIST.

In Giappone a maggio 2017 è stata presentata una road map con l'obiettivo da parte del governo di avere il trasporto stradale più sicuro al mondo entro il 2020 e di costruire e mantenere "una società con il trasporto su strada più sicuro e scorrevole del mondo" entro il 2030, mediante l'introduzione dei sistemi di guida autonoma.

A Singapore recentemente il governo ha modificato il Road Traffic Act del 2017, che ora consente di testare veicoli auto-guidanti su strade pubbliche. Una singola entità, l'Autonomous Vehicle Initiative di Singapore annunciata nel 2014, è adibita a coordinare il lavoro sulla guida autonoma.

L'Autorità per i trasporti terrestri di Singapore permetterà lo svolgimento dei test dapprima in contesti poco trafficati. Se i sistemi si mostreranno efficaci, saranno autorizzate prove in città sempre più congestionate. Tutti i veicoli di prova saranno tenuti a registrare i dati di viaggio per consentire indagini sugli incidenti e agevolare le richieste di risarcimento legge.

2.7.3 Europa

In Europa il Paese più avanzato sul piano normativo è la Germania, promotrice di una disciplina legislativa ad-hoc sulla guida autonoma. È stata la prima ad approvare la normativa relativa ai test sulle strade per le auto dotate di un sistema di guida automatica. Per poter svolgere i test devono sussistere tre condizioni necessarie:

- Presenza di un conducente
- Responsabilità legali imputabili al conducente
- Presenza di una scatola nera che registra i dati del tragitto

In caso di maltempo la guida automatizzata non è consentita; il sistema inoltre deve essere in grado di avvisare con anticipo il guidatore dell'esigenza che questi riprenda il controllo manuale del veicolo.

La scatola nera registra i dati del tragitto come testimonianza della dinamica in caso di incidente, e i dati dovranno essere conservati per un periodo pari a sei mesi.

I software devono essere progettati per tutelare la vita umana: la priorità assoluta è evitare morti e feriti. L'intelligenza artificiale inoltre non deve compiere scelte discriminanti. Le auto intelligenti devono essere progettate per *“fare il minimo danno se vengono messe nella situazione di scegliere se colpire un essere umano: non possono esistere discriminazioni basate su età, al sesso, razza, disabilità o altri fattori osservabili in modo esteriore”*.

L'Italia presenta un impianto normativo ancora embrionale. Sulla Gazzetta Ufficiale¹² è stato pubblicato il decreto¹³ del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emanato in data 28 febbraio 2018, che autorizza la sperimentazione su strada per la guida autonoma. L'autorizzazione può essere concessa, su richiesta e dopo specifica istruttoria, a costruttori di veicoli equipaggiati di tecnologia di guida automatica, istituti universitari e enti di ricerca privati e pubblici. L'autorizzazione è valida un anno, e può essere rinnovata.

¹² Serie Generale numero 90 del 18/04/2018

¹³ *“Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica”*

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti potrà autorizzare esclusivamente veicoli già omologati nella versione priva della tecnologia di guida automatica; i test dovranno essere svolti con la presenza di uno specifico supervisore, che ha responsabilità totale sul veicolo.

La sperimentazione avverrà solo su alcuni tratti di strada, secondo specifiche modalità, per assicurare condizioni di assoluta sicurezza

In Austria il Ministro dei trasporti ha creato un *Code of practice* in cui sono descritte le policy e le raccomandazioni, inerenti alla sicurezza, requisiti per gli sperimentatori e per i veicoli.

In Olanda il consiglio dei ministri ha approvato i test su strada già nel 2015. A febbraio 2017 è stato approvato un decreto per la circolazione di veicoli senza conducente; sono stati approvati inoltre investimenti pari 90 milioni di euro per l'installazione di più di 1000 semafori in grado di comunicare con i veicoli.

Nel Regno Unito il Dipartimento per i trasporti ha stabilito che è legale per le auto senza conducente operare su qualsiasi strada pubblica senza permessi o assicurazioni aggiuntive. È stato inoltre creato un Centro per Veicoli Connessi e Autonomi. Il governo è intenzionato ad avere auto senza conducente sulle strade britanniche entro il 2021 e prevede di apportare modifiche ai regolamenti per agevolare il processo.

In Svezia infine nel 2015 il governo ha avviato una proposta di legge per regolare le prove dei veicoli a guida autonoma, sancendo che è possibile effettuare test a tutti i livelli di automazione sulle strade pubbliche svedesi. A partire da luglio 2017 La Road Transport Authority può autorizzare i permessi e supervisionare le prove in conformità con la nuova legge.

2.8 Analisi tecnica

Procediamo analizzando tecnicamente l'innovazione della guida autonoma.

La guida autonoma è certamente innovazione di prodotto sia per i produttori di automobili che per le aziende tecnologiche, mentre può essere considerata innovazione di processo (solo in un secondo momento) nelle applicazioni legate alla mobilità, come l'allestimento di una flotta di taxi e navette senza conducente.

È certamente radicale e *disruptive* per il settore, che verrà profondamente rivoluzionato. Si può anche definire come architeturale per i produttori di auto, ma anche come modulare per fornitori e aziende tecnologiche. Nel primo caso infatti è necessario progettare i veicoli cambiando l'architettura di base in misura tanto maggiore quanto elevato è il livello di autonomia; nel secondo caso alcuni fornitori come Zenuity hanno già dichiarato che offriranno soluzioni modulari sempre in linea con gli ultimi sviluppi tecnologici.

Infine l'innovazione è *competence enhancing* per le aziende tecnologiche, mentre è *competence destroying* per le aziende manifatturiere, che devono necessariamente investire per sviluppare le conoscenze e competenze necessarie per rispondere adeguatamente alle esigenze del mercato.

È utile proseguire l'analisi tecnica studiando l'evoluzione della performance dei sensori e dei software collegati, usando la curva ad S.

La curva ad S del miglioramento tecnologico mette in relazione la spesa in investimenti con la performance dell'innovazione: nella fase iniziale la performance migliora lentamente a causa della poca comprensione della tecnologia; la fase centrale registra invece un miglioramento esponenziale della performance, che avviene quando migliora la conoscenza, la comprensione e l'esperienza con la nuova tecnologia; la fase finale è infine caratterizzata dal raggiungimento del limite naturale della tecnologia.

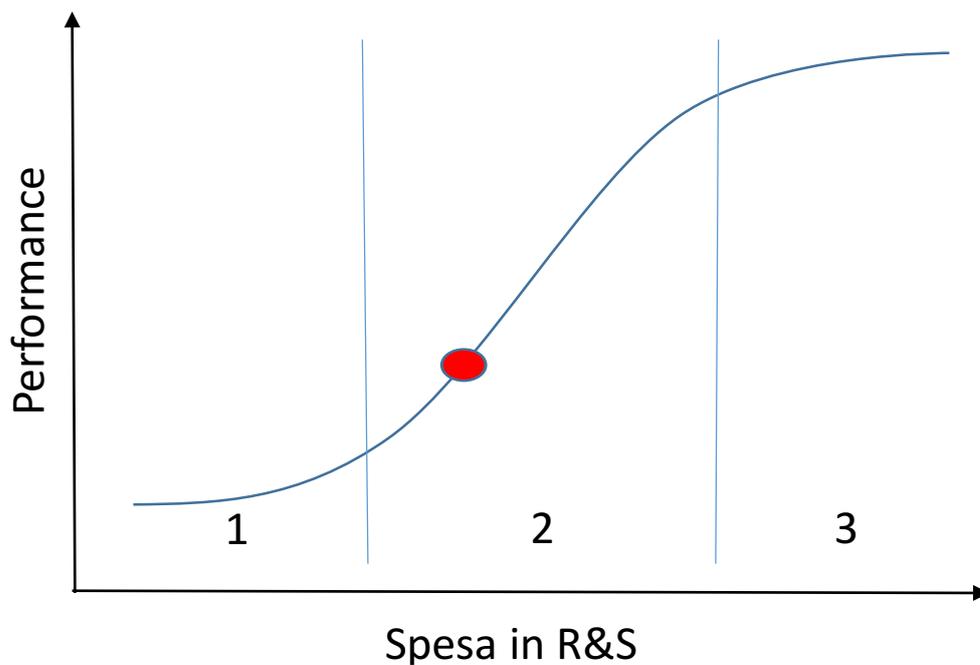


Figura 2.7 Personale analisi usando la curva ad S

La guida autonoma, nella mia analisi, si posiziona all'inizio della seconda fase, quando la curva diventa più ripida: è in costante aumento il numero di società che investono cifre sempre maggior nello sviluppo della tecnologia, e le soluzioni diventano obsolete sempre più rapidamente.

Utilizzando invece il modello di Anderson e Tushman, secondo la mia analisi il mercato è vicino alla definizione di un design dominante. Infatti l'architettura delle soluzioni prevede il largo uso di sensori, software dotati di intelligenza artificiale e connettività; tuttavia, sebbene le soluzioni siano convergenti, non si è ancora giunti alla definizione di un modello unico¹⁴. Alcune aziende infatti sono ancora a lavoro su soluzioni alternative che, ad esempio, non prevedono l'uso di una moltitudine di costosi sensori e complicati software, ma si basano principalmente sul *machine learning* evoluto.

La crescente presenza di confini settoriale sempre più sfumati, inoltre, rappresenta una spinta ulteriore ai processi innovativi divergenti: il meta-mercato che vede la convergenza

¹⁴ Nel mese di settembre 2018 Volkswagen ha dichiarato di essere in cerca di partner per sviluppare uno standard condiviso.

di produttori di software come Google e produttori tradizionali di automobili ha incrementato significativamente gli investimenti in tecnologie *disruptive*.

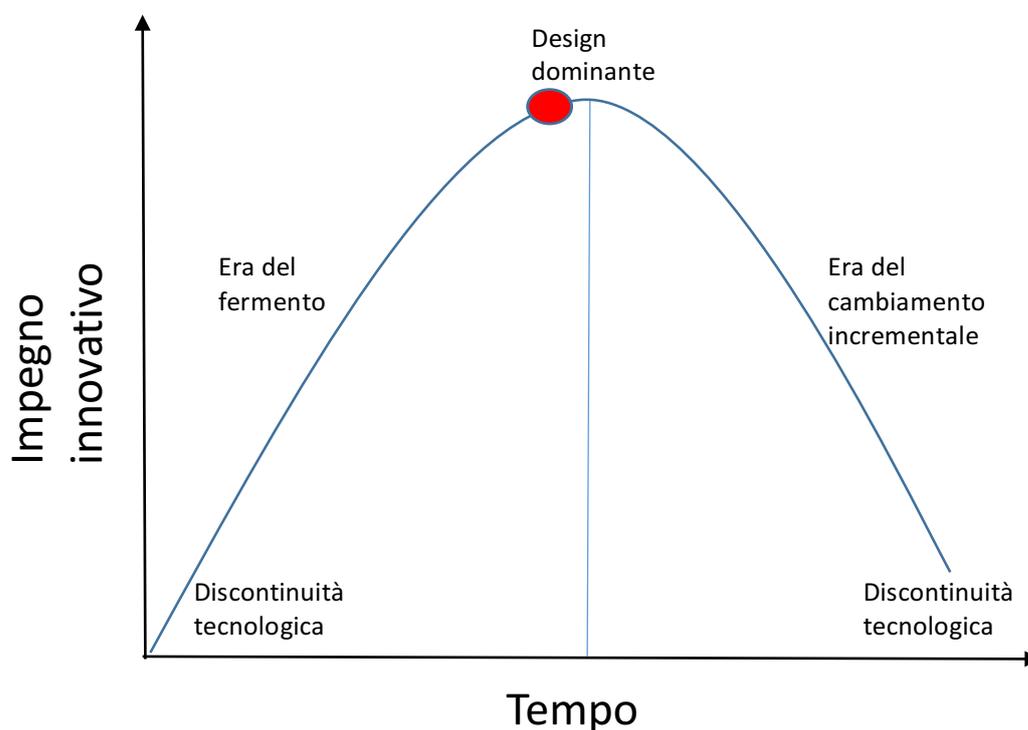


Figura 2.8 Personale analisi usando il modello di Anderson e Tushman

È molto probabile che in un breve lasso di tempo si definisca un design dominante, cui seguirà una fase che vedrà il continuo miglioramento incrementale delle tecnologie hardware e dei software, che saranno probabilmente aggiornabili dai proprietari dei veicoli.

La curva ad S vista in precedenza può essere utilizzata anche come strumento per descrivere il differente tempo di adozione di una tecnologia da parte di vari segmenti di mercato. In questa trattazione useremo la classificazione delle categorie di adottanti sviluppata da Everett Rogers nel 1995.

La diffusione dei primi sistemi avanzati di assistenza alla guida, ancora non propriamente definibili come sistemi di guida autonoma, è molto ridotta, e pone gli adottanti nella categoria degli *Innovatori*. Possiamo spiegare la bassa diffusione con varie ragioni: in

primo luogo l'elevato costo delle automobili su cui questi sistemi sono installati, oltre al prezzo elevato degli stessi, riduce il numero dei possibili adottanti. L'aspetto forse più importante però è ricoperto dalla fiducia necessaria per affidare la propria vita ad un sistema computerizzato. Le novità spesso spaventano perché non si conoscono e si ha la percezione di non avere il controllo: nel caso in esame, effettivamente, si demanda il controllo a un insieme di chip e processori. Il lavoro da compiere per superare queste paure vedrà i brand impegnarsi in comunicazione, e chi verrà percepito come più sicuro potrà avere l'occasione di acquisire una posizione solida nel mercato. Volvo, che può vantare la più grande tradizione nella sicurezza, è per molti sinonimo stesso di sicurezza. Ipotizzando che il marchio svedese riesca a comunicare efficacemente con il mercato, avrebbe l'accesso prioritario alle categorie dei primi adottanti e della maggioranza anticipatrice.

La strategia delle principali case mira proprio a guadagnare la fiducia del mercato prima degli altri, per poter dare sicurezza anche alla maggioranza ritardataria e ai ritardatari, che adotteranno per ultimi l'innovazione.

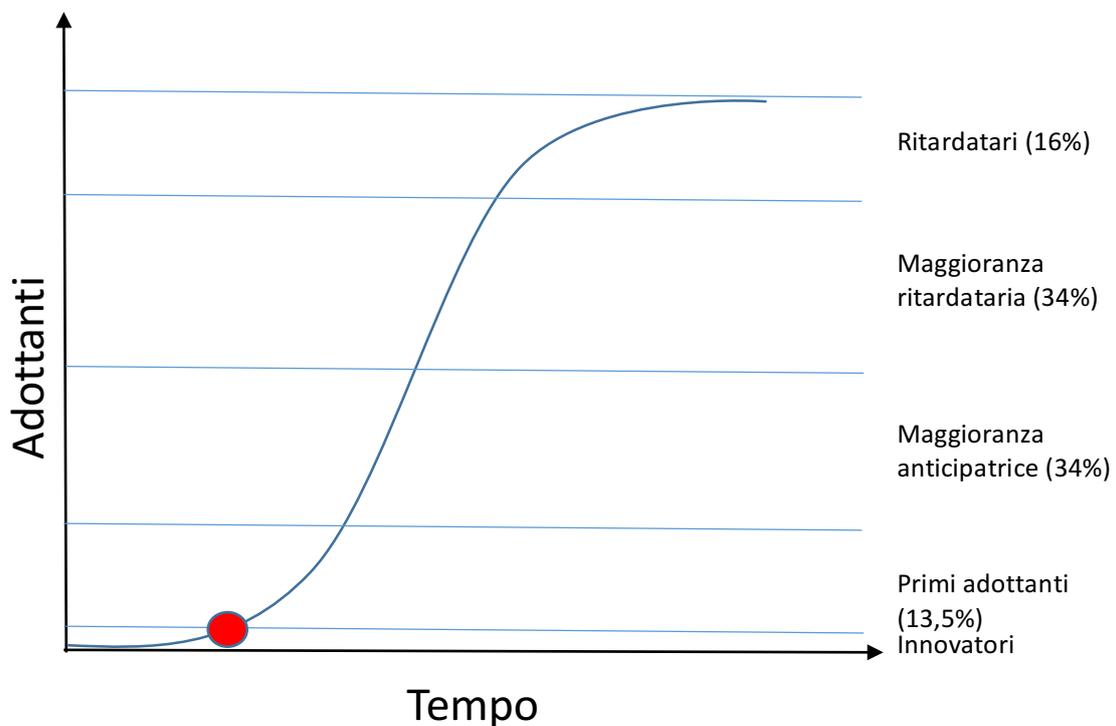


Figura 2.9 Personale analisi usando il modello di Everett Rogers

Una più rapida penetrazione nel mercato potrebbe portare a conquistare la categoria dei primi adottanti, che solitamente sono considerati opinion leader. La loro influenza potrebbe spingere gli altri gruppi ad adottare la tecnologia, scegliendo il medesimo produttore.

2.9 Principali player

Il mercato delle auto dotate di sistemi di guida autonoma ha un valore stimato di 7 trilioni di dollari¹⁵. Per il settore si può parlare di *breakthrough innovation*, una vera e propria rivoluzione.

Non stupisce quindi che in tutto il pianeta un gran numero di società stiano lavorando sullo sviluppo del loro sistema, per sfruttare probabilmente il vantaggio del *first mover*, migliorando la reputazione aziendale e imponendosi agli occhi del grande pubblico come inventori della guida autonoma. È altresì probabile che gli sforzi di alcune imprese non riescano a tradursi in innovazione, per cui certamente una parte dei player descritti in seguito licenzierà le tecnologie di cui necessita, rinunciando allo sviluppo proprietario. Nel seguito verranno elencate le più importanti aziende attive, scelte da un bacino molto più ampio, e ne verranno descritti brevemente i relativi progetti.

2.9.1 Amazon

Amazon è uno dei più famosi portali di e-commerce attualmente esistenti; è la più grande Internet Company al mondo, e il fondatore Jeff Bezos uno degli uomini più ricchi del pianeta. È anche una delle società più innovative degli ultimi anni: basti pensare ad Amazon GO, il supermercato completamente robotizzato situato a Seattle, Washington e Chicago.

Nella corsa allo sviluppo di sistemi di guida autonoma c'è anche Amazon, che è interessata alla consegna autonoma dei pacchi. Infatti l'azienda americana ha speso

¹⁵Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy, Strategy Analytics

miliardi di dollari per ricercare soluzioni per efficientare l'ultimo step del processo di consegna, il più critico: dopo i lunghi viaggi per lo stoccaggio nei magazzini, i prodotti devono essere consegnati al cliente finale. Un veicolo autonomo è in grado di tracciare il percorso più efficiente sulla base di tutti i principali parametri, come traffico e indirizzo di consegna; inoltre non ci sono vincoli di orario alla consegna. Il progetto mira all'ottimizzazione del servizio di consegna rapida proposto in alcune città dalla società americana; un servizio più rapido potrà inoltre essere disponibile anche per i clienti che abitano centri più periferici.

Il veicolo in progetto prende il nome di e-Palette, e dovrebbe essere pronto per i giochi Olimpici di Tokyo dell'estate 2020. Recentemente Amazon ha depositato vari brevetti incentrati sulla guida autonoma, sviluppando soluzioni che sarà possibile licenziare.

2.9.2 Apple

Apple ha sede a Cupertino, in California. Il brand della mela è al primo posto nella classifica di Forbes dei marchi di maggior valore al mondo, con un valore di 182,8 miliardi di dollari; inoltre nell'agosto del 2018 la società è stata la prima al mondo a raggiungere e superare la capitalizzazione di mercato di 1 trilione di dollari.

Tra le più importanti rivoluzioni dell'azienda di Cupertino c'è l'iPhone, che ha rivoluzionato il concetto di telefono portatile creando un dispositivo grande come un telefono cellulare ma in grado di svolgere alcune funzioni tipiche dei sistemi più avanzati, come la navigazione web o l'installazione di applicazioni. Anche grazie ad iPhone sono possibili i servizi di *car sharing* prima discussi: non sorprende quindi scoprire che anche il colosso della tecnologia sta lavorando su un proprio progetto di guida automatizzata.

Inizialmente spinta verso la progettazione di un proprio veicolo elettrico, Apple ha in seguito deciso di optare per lo sviluppo di un sistema di guida autonoma da applicare su un veicolo tradizionale. Il colosso di Cupertino ha, infatti, progettato una soluzione hardware, composto da 12 sensori, da alloggiare sul tettuccio della vettura per la sua automatizzazione.

Da giugno 2018 a capo del progetto, denominato Project Titan, ci sono ingegneri provenienti da Waymo e dalla Nasa; il 14 aprile 2017 l'azienda ha ricevuto il permesso da parte del California Department of Motor Vehicles per effettuare test sulla guida

autonoma. I primi test sono stati effettuati su un SUV Lexus equipaggiato della strumentazione Apple sul tettuccio, mentre recentemente è stata siglata una partnership con Volkswagen per la fornitura di alcuni nuovi T6 Transporter destinati ai dipendenti. Attualmente sono presenti 66 veicoli che continuano i test su strada, il che rende Apple la terza società per numero di test condotti dietro GM e Waymo.



Figura 2.9 Strumentazione Apple su SUV Lexus, www.bloomberg.com

2.9.3 Audi e Nvidia

Il marchio tedesco è uno dei tre leader di mercato del segmento premium. È stata fondata nel 1909 e successivamente acquisita dal Gruppo Volkswagen nel 1964. Il nome Audi deriva dal latino (audi, ascoltare), ed è la traduzione del cognome del fondatore, August Horch. La storia del marchio è molto interessante, così come la tradizione sportiva: la Audi R8 ha vinto 5 delle 6 edizioni della 24 ore di Le Mans a cui ha partecipato, una delle quali con un motore diesel (con la R10 TDI).

Audi è considerato un costruttore premium grazie alla qualità nei materiali e negli assemblaggi, nella tecnologia e nelle prestazioni di tutta la gamma. Gamma che risulta essere molto completa e diversificata, partendo dalla compatta A1 da 22.500 € sino ai 118.350 € della RS6 Performance. Nel 2017 il fatturato è stato di 60,12 miliardi di € con 1.878.100 veicoli venduti.

Audi ha già in listino un modello top di gamma dotato di sistemi di livello 3; l'Audi A8 dotata di Traffic Jam Pilot, permette al conducente di non guardare la strada nel traffico

cittadino e in autostrada, fino ai 60 km/h di velocità. Le informazioni necessarie provengono dalla centralina zFAS, che elabora tutti i dati raccolti dai radar e li rende usabili dal software. Da segnalare che, non esistendo ancora una normativa, l'A8 non può usare le sue funzionalità in modo completo, se non in alcuni Paesi dove è stato regolamentato il nuovo tipo di guida, come la Germania.

Insieme a Daimler e Mercedes ha acquistato il servizio di mappatura Here di Nokia, venduto per 3,1 miliardi di dollari. Audi ha stretto inoltre una partnership con NVIDIA da circa dieci anni, ovviamente non tutti passati a progettare sistemi di guida autonoma. Le due aziende hanno l'obiettivo di immettere sul mercato un veicolo appartenente al quarto livello di autonomia entro il 2020, l'Audi A9 e-tron. Audi ha già presentato al CES di Las Vegas del 2017 una Q7 dotata di intelligenza artificiale; al salone di Francoforte invece ha portato due concept chiamati Elaine e Aicon.

Entrambi dotati di funzionalità connesse, sono in grado di muoversi autonomamente in tutti i contesti, anche ricevendo comandi da remoto via internet.

2.9.4 Autoliv, Volvo Car Corporation e la JV Zenuity

Fondata nel 1927 nella città svedese di Göteborg, l'azienda svedese è uno tra i più conosciuti e stimati produttori di veicoli premium a livello mondiale. Sebbene con lo stesso marchio vengano prodotti veicoli commerciali, occorre precisare che Volvo Car Corporation, produttore di veicoli, e AB Volvo, produttore di veicoli industriali, sono due entità distinte a partire dal 1999.

Con 571.577 unità vendute nel 2017 in circa 100 Paesi, e con vendite in aumento del 7% rispetto al 2016 confermando il trend positivo dei precedenti 3 anni, Volvo riceve dal mercato segnali di apprezzamento, specialmente relativamente ai modelli XC60 e alla serie Volvo 90. Nel 2017 ha annunciato la completa elettrificazione di tutta la gamma a partire dal 2019, prevedendo veicoli mild-hybrid, ibride plug-in o vetture completamente elettriche; viene presentato inoltre il marchio Polestar per veicoli elettrici ad alte prestazioni.

La gamma di vetture proposte permette di scegliere tra carrozzerie berline, station wagon e SUV, con prezzi che partono da 24.650€ per la base di gamma V40 sino ad arrivare a quasi 130.000€ per la XC90 con allestimento Excellence e full option. Tra le vetture

berline è possibile scegliere tra 2 diversi modelli, Volvo S60 e Volvo S90. Il segmento station invece offre 3 veicoli, denominati V40, V60 e V90; tra le SUV è possibile scegliere tra XC40, XC60 e XC90.

Il DNA di Volvo è incentrato sulla sicurezza delle persone, che rivestono sempre un ruolo di primo piano nei valori del brand, e sull'attenzione all'ambiente. La storia della casa svedese è piena di innovazioni legate alla sicurezza sia attiva che passiva, che hanno salvato tantissime vite, facendo conoscere le automobili svedesi in tutto il mondo. Le più recenti soluzioni di assistenza alla guida e, in futuro, di guida autonoma, si collocano in sintonia con i valori del costruttore svedese: l'utilizzo di sensori e processori sofisticati permette infatti di eliminare gli errori umani, spesso causati da distrazione, stanchezza, eccesso di velocità o guida in stato di ebrezza, e di conseguenza ridurre significativamente il numero di incidenti durante la guida. Il progetto Vision 2020, a tal proposito, comunica le linee guida che ispirano il lavoro degli ingegneri e dei tecnici Volvo. L'obiettivo che idealmente questo progetto persegue prevede l'assenza di morti o feriti gravi per tutti i passeggeri di automobili Volvo a partire dal 2020, e le nuove tecnologie hanno un ruolo centrale nella realizzazione di questo disegno.

Come dichiarato dal brand, il loro obiettivo è quello di continuare ad essere leader globali nell'automotive in fatto di tecnologie incentrate su sicurezza e guida autonoma, perseguendo la strada dell'elettrificazione.

Un progetto pilota, denominato Drive Me, è attualmente in corso: 100 persone stanno guidando quotidianamente altrettante Volvo XC90 dotate dei più avanzati sistemi hardware e software a disposizione di Volvo nell'ambito della guida automatizzata. I sistemi sono messi alla prova in condizioni reali, e devono fronteggiare situazioni impreviste, ben più complesse rispetto alle simulazioni o ai test svolti in laboratorio; ovviamente i conducenti sono in grado di prendere il controllo del veicolo in qualsiasi momento, se necessario. In questa fase viene studiata anche la reazione delle persone, captando i feedback sia espliciti che taciti: delle telecamere riprendono i passeggeri e gli ingegneri ne studiano le espressioni facciali.

I dati raccolti servono da base per lo sviluppo futuro di algoritmi e sistemi sempre più complessi e completi. In quest'ottica appare chiara la scelta di costituire una Joint Venture con Autoliv, azienda leader nel settore dei sistemi di sicurezza. Zenuity, la JV in cui Autoliv ha investito circa 110 milioni di € e a cui Volvo ha conferito manodopera, *know-*

how e proprietà intellettuale, ha sede a Göteborg e si pone l'obiettivo di sviluppare sistemi ADAS avanzati e tecnologie per la guida autonoma: i primi dovrebbero arrivare sul mercato già nel 2019, mentre la seconda categoria dovrebbe debuttare non prima del 2021.

2.9.5 BMW

La celebre casa bavarese è stata fondata nel 1917, ed è oggi parte della triade tedesca che domina il mercato alto di gamma delle automobili. Nel gruppo BMW sono presenti anche i marchi Mini e Rolls-Royce, rispettivamente produttrici di veicoli premium e di lusso; nel 2017 sono stati venduti 2.463.526 veicoli per un fatturato di 98,6 miliardi di euro. Il brand è uno tra i top 100 al mondo per valore, posizionandosi al 47esimo posto.

Le BMW sono note per le loro prestazioni, specialmente nella variante M con cui hanno ottenuto traguardi importanti in vari campionati motoristici. Anche nelle varianti meno potenti, come la 320 e la 520, la fabbrica bavarese ha assicurato prestazioni tali da renderle automobili acclamate dagli utilizzatori.

La gamma molto ampia include berline, SUV, cabrio, coupé e gran turismo con prezzi che partono da 24.691€ della Serie 1 sino ai 163.400€ della i8 Roadster.

Sul fronte aiuti alla guida, oggi le soluzioni proposte da BMW sono di livello 2; la prima auto senza pilota di livello 4 sarà rilasciata per il 2021, anche se il focus è rivolto al rilascio di una vettura dotata di sistemi di livello 3 nel minor tempo possibile. Al CES 2016 BMW ha presentato una i8 prototipo autonoma, promuovendo la gamma automatizzata futura sotto il nome di BMW iNEXT.

Il vice-presidente di BMW, Elmar Frickenstein ha affermato che dal 2021 in poi l'azienda produrrà automobili di livello 3, 4 e 5. A tal fine, le partnership con Mobileye e Intel hanno lo scopo di sviluppare una piattaforma standard su cui basare le vetture autonome, in ottica di *open innovation*. Intel, società americana leader nella produzione di microchip, ha creato nel 2016 la Autonomous Driving Group con un investimento di 250 milioni di dollari e ha acquisito Mobileye nel 2017 per circa 15 miliardi di dollari. Nel 2018 BMW ha aperto un autonomous driving campus vicino Monaco, in cui vengono portati avanti i progetti con la partecipazione dei giganti tech. Sono previsti inoltre più di 80 veicoli prototipo da testare in tutto il mondo nelle condizioni più disparate.

2.9.6 Continental AG

Continental AG è uno dei più importanti fornitori del settore automotive. La produzione è incentrata su pneumatici, sistemi di frenata e di controllo di stabilità delle vetture.

Molti fornitori si stanno muovendo sul fronte guida autonoma, e Continental AG non fa eccezione. La partnership con Nvidia è rivolta allo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale della piattaforma Nvidia Drive, con l'obiettivo di sviluppare entro il 2021 un prodotto in grado di trasformare tutti i sistemi dei veicoli di livello 2 in livello 5.

Tuttavia Continental sta lavorando anche a progetti propri come CUbE, un mini autobus di forma quadrata; nel 2017 inoltre è stato aperto un reparto di R&S nella Silicon Valley addetto a sviluppare soluzioni V2I e V2V.

2.9.7 Ford

La Ford Motor Company è una tra le più conosciute case automobilistiche al mondo grazie al pionieristico uso della catena di montaggio e del nastro trasportatore ad opera del fondatore Henry Ford, padre del fordismo e delle linee di assemblaggio moderne. Nel gruppo è presente anche il marchio premium Lincoln.

La Ford ha prodotto vetture diventate parte integrante della cultura popolare, come la famosa Ford Fiesta, in produzione dal 1976 con circa 18 milioni di esemplari venduti (nona auto più venduta della storia). Il marchio americano ha una grande tradizione sportiva: la Ford GT 40 ha vinto per quattro volte di seguito la 24 ore di Le Mans, dal 1966 al 1969. Nel 2017 il fatturato è stato di 156,8 miliardi di dollari, con 6.254.133 auto vendute. Ford è considerato un marchio generalista: la gamma è molto ampia, spazia dalle city car alle grandi berline, senza dimenticare i SUV e anche i veicoli commerciali. Quasi tutti i modelli hanno una declinazione sportiva, e categoria a parte è rappresentata da Mustang e Ford GT. I prezzi dei veicoli partono dai 9.450€ necessari per la Ka+ sino ad arrivare agli oltre 55.000€ (di partenza) del SUV Edge Vignale, con menzione d'onore alla straordinaria GT, che costa 550.000€ ed è prodotta in numero limitato di esemplari.

I sistemi di assistenza alla guida disponibili sono gli ADAS più diffusi, come l'ACC, il BLIS e l'Active City Stop. I sistemi più avanzati, di livello 4, sono previsti per il 2021. Per sviluppare i propri sistemi di AD, Ford ha annunciato di aver creato un'azienda preposta allo scopo. Ford Autonomous Vehicle LLC può vantare alleanza con Uber e Waymo, ed è incaricata di canalizzare tutte le competenze presenti in Ford per velocizzare il lavoro e renderlo più proficuo.

Con l'acquisizione da 1 miliardo di dollari della start up di intelligenza artificiale Argo AI, fondata da due ingegneri ex Google e Uber, Ford si pone come una delle case con i più alti investimenti per lo sviluppo di un sistema di guida autonoma proprietario. Attualmente il progetto è in fase di test su strada, lungo le strade di Pittsburgh e Miami. Nella città californiana i test sono portati avanti in collaborazione con Dominos e Postmates su veicoli completamente autonomi adibiti alla consegna di merci e al trasporto di persone. Ulteriori test condotti nella neve del Michigan e nel buio del deserto dell'Arizona hanno confermato l'efficacia dei sensori LiDAR, fondamentali nei momenti in cui le telecamere non sono in grado di fornire informazioni sufficienti, come in caso di pioggia o neve.

La guida autonoma di livello 5 permetterà di muoversi su vetture prive di comandi e di conducenti, ma secondo Ford potrà dare vita anche a vere e proprie auto robot (Quattroruote, Gennaio 2018). Nei progetti di Ford ci sono infatti lo sviluppo di auto da dare in uso alle forze dell'ordine in grado di svolgere alcune delle attività degli agenti: le auto potranno individuare e riconoscere i trasgressori del codice della strada, ma anche condurre un inseguimento.

Ford ha anche dichiarato che sono intenzionati a produrre veicoli completamente automatizzati, senza alcun tipo di comando manuale, che non saranno però destinati alla vendita al pubblico. Lo scopo infatti è quello di creare "una sorta di Robotic Taxi Service" per il trasporto pubblico.

Infine sono in sviluppo progetti di veicoli capaci di muoversi anche in contesti di strade bianche: Ford ha depositato brevetti su sistemi di monitoraggio delle condizioni delle asperità stradali e conseguente adattamento della meccanica ed elettronica della vettura.

2.9.8 General Motors

GM è un gruppo automobilistico statunitense con marchi presenti in tutto il mondo, come Cadillac, Chevrolet e GMC. È uno dei più grandi gruppi del polo automotive e tra le prime aziende americane per fatturato: nel 2017 ha venduto 6.875.098 fatturando 145,6 miliardi di dollari. I marchi del gruppo sono considerati tutti produttori generalisti, ad esclusione di Cadillac, auto usata da Elvis Presley, che è considerata appartenete alla categoria premium. Il gruppo copre tutti i segmenti automobilistici, e ha prezzi che partono da 13.220 \$ della Chevrolet Spark fino ai 121.000 \$ della Corvette ZR1.

Anche General Motors sta puntando sul miglioramento della sicurezza e sulla riduzione delle emissioni tramite elettrificazione della gamma. Nel suo safety report più recente, GM immagina i miglioramenti attesi dalla guida autonoma, che permetterà di implementare soluzioni per la gestione del traffico e dei parcheggi nelle metropoli. Citando “la nostra tecnologia migliorerà l’uso del tempo e dello spazio. Per tutti”. Per tutti, poiché anche chi oggi non è abilitato a guidare potrà spostarsi con la propria vettura. Le partnership con Lyft, diretto concorrente di Uber, è una mossa strategica per acquisire *know how* e dati per lo sviluppo e la produzione dei primi esemplari che rispettino gli obiettivi che GM si è imposta.

Quel che GM si propone di ottenere è:

- zero incidenti
- zero emissioni
- zero traffico congestionato

La strategia di GM è improntata quindi a migliorare la qualità di vita dei loro futuri clienti nelle mansioni quotidiane, intendendo proporre i veicoli in una prospettiva utilitaristica più che emozionale.

Il loro veicolo, dotato di sistemi che permetteranno di classificarla come vettura di livello 5, è stato denominato Cruise AV: è stato progettato per essere autonomo sin dall’inizio, con una forte attenzione alla sicurezza in tutte le fasi produttive. La vettura sulla cui base gli ingegneri hanno lavorato è la Chevrolet Bolt EV, profondamente rivisitata.

Per realizzarla sono stati svolti numerosi test sul campo nella città di San Francisco, in cui si sono potute verificare le risposte del veicolo in condizioni di traffico reale: la vettura

è in grado di riconoscere i pedoni o altri ostacoli ed evitarli, imparare da ciò che accade ogni giorno e guidare con precisione tra dei coni, senza toccarli. La vettura dovrebbe essere commercializzata nel 2019 negli USA, tanto che GM ha inoltrato al Dipartimento dei Trasporti federale domanda di omologazione.

Le innovazioni sono state implementate in fase di design, e l'obiettivo è migliorare passo dopo passo in base ai risultati ottenuti, in un'ottica di *Learning By Doing*.

Il processo di sviluppo del software, in un'ottica molto tayloristica, è stato svolto analizzando le azioni compiute per guidare e scomponendole successivamente in sotto-azioni elementari, che sono

state programmate in vari scenari possibili e integrate tra loro.

Il sistema si basa sulle reti neurali, in grado di “ragionare” e prendere la decisione migliore anche in situazioni per cui non sono state programmate, imparando dalle esperienze passate e da quelle degli altri veicoli connessi.



Figura 2.10 Prototipo General Motors, www.theverge.com

2.9.9 Google-Waymo e FCA

Fondata nel 1998, il colosso tecnologico con sede a Mountain View, California, è una tra le aziende informatiche più importanti al mondo. Partita dal celebre motore di ricerca basato sulle relazioni esistenti tra siti web (PageRank, principio di teoria delle reti: le pagine più citate sono più importanti), oggi Google fa parte del gruppo Alphabet (creato nel 2015 in seguito a ristrutturazione aziendale).

Dal 2001 Google ha acquisito più di 160 aziende nei settori più disparati: potendo contare su risorse finanziarie ingenti, la società americana acquisisce le aziende che hanno una tecnologia interessante, o che operano in un settore ritenuto attrattivo. I servizi offerti sono numerosi, e sono presenti nella quotidianità della maggior parte delle persone. Tra questi possiamo citare Youtube, Android, Play Store, Google Search, Google Now, Google Chrome, Gmail, Google Traduttore, Google Maps, Street View, Google Drive, Hangouts, Google Analytics, Google Patent, Google Scholar, Google Trends, e altri. Tutti i prodotti di Google, inoltre, sono costantemente migliorati per incrementare la qualità dei contenuti e l'usabilità degli applicativi.

Il core business è basato sulla gestione ed elaborazione delle informazioni. Non appare quindi strano immaginare che anche Google stia lavorando su progetti di guida automatizzata. Il progetto prende il nome di Waymo, ed è partito nel 2009. La prima parte del progetto è stata sviluppata su alcune Toyota Prius dotate di tecnologia laser, con la vettura connessa on-line a Google Maps. Le automobili hanno attraversato il Golden Bridge di San Francisco, la Silicon Valley, il lago Tahoe e alcune strade cittadine, con la presenza di un addetto pronto a prendere i comandi delle Toyota in caso di necessità. Successivamente, Google ha proseguito la sperimentazione con dei prototipi sprovvisti di volante o pedali, le Google Car (Firefly). Queste piccole automobili, dotate di due posti e con una velocità massima raggiungibile di 40 km/h, si muovono nel campus di Google a Mountain View, dove vengono usate dai dipendenti per spostarsi all'interno del Googleplex. Tuttavia ci sono stati dei test anche in situazioni di traffico cittadino. Il tutto è avvenuto grazie all'ausilio di comandi di emergenza posti nell'abitacolo e grazie alla presenza continua di un essere umano in caso di necessità.



Figura 2.11 Google Car, www.fortune.com

Il risultato di questi test è davvero sorprendente. L'azienda leader nel settore tecnologico ha raccolto circa 8 milioni di chilometri su strada fino al 2018, con più della metà di essi totalizzati in modalità totalmente autonoma.

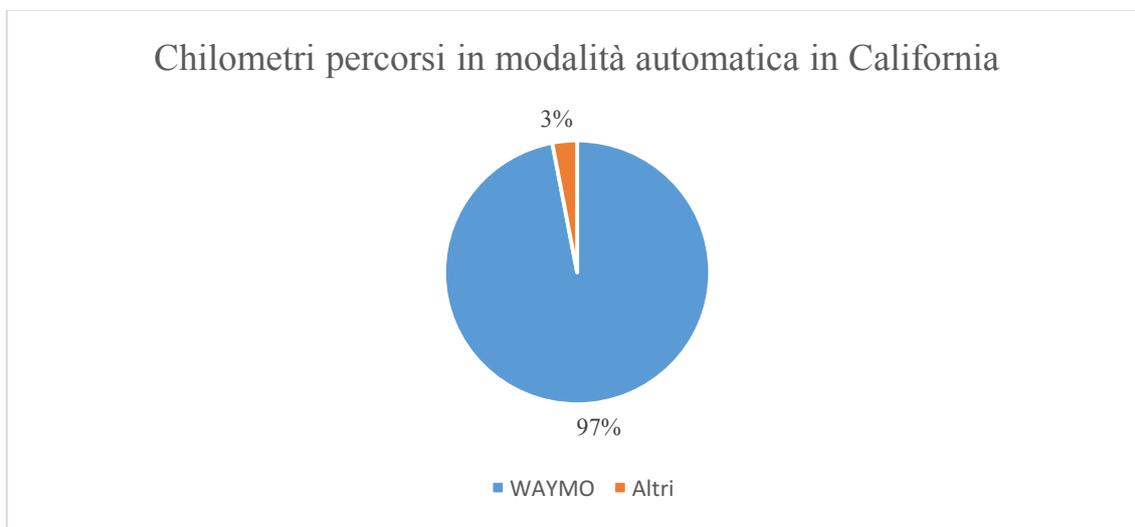


Figura 2.12 Dati Waymo, California Department of Motor Vehicles

I valori, già record mondiale nel settore della guida autonoma, crescono di settimana in settimana di circa ventimila chilometri. La sperimentazione avviene anche attraverso l'utilizzo di simulatori che permettono di ricreare situazioni reali di traffico o di guida nelle strade cittadine. Tutto il lavoro svolto sta portando inoltre alla creazione di numerosi brevetti sulle diverse soluzioni possibili.

Attualmente il progetto Waymo è condotto dall'ingegnere Sebastian Thrun, direttore del Laboratorio di Intelligenza Artificiale di Stanford e co-inventore di Google Street View. Google ha deciso di stipulare un accordo con FCA per la nascita del primo veicolo commerciale a guida autonoma disponibile negli Stati Uniti, il van Chrysler Pacifica.

FCA è l'ottavo gruppo automobilistico al mondo per numero di veicoli prodotti, e può vantare brand di prestigio come Maserati, Jeep, Alfa Romeo, Abarth e SRT; per il 2017 sono stati venduti 4.863.291 veicoli, con un fatturato di 110,9 miliardi di euro e parametri economici in costante miglioramento. I brand del gruppo coprono ogni categoria, e hanno prezzi a partire da 7.400 € per Fiat panda sino alla Maserati Gran Cabrio da 149.096 €. Tra i tanti marchi, Maserati e Alfa Romeo hanno una storia e una tradizione molto forti: con Maserati, Juan Manuel Fangio è diventato campione del mondo di Formula 1; Alfa Romeo invece ha una lunga storia sportiva ricca di primati e successi, come la vittoria del

primo Campionato del mondo di automobilismo della storia, nel 1925 e le due vittorie nel mondiale di Formula 1.

La collaborazione con Google è stata cercata dall'ex AD Sergio Marchionne, che è riuscito a portare nell'azienda le più sofisticate tecnologie sviluppate da Google.

Nel 2016 Waymo ha ricevuto circa 600 Chrysler Pacifica ibride; nell'ultimo trimestre del 2018 la flotta di van Chrysler toccherà le 62 000 unità. Il gruppo FCA ha ufficializzato lo sviluppo di un veicolo di serie che, grazie alla collaborazione con Waymo, potrà proporre sistemi automatizzati di livello 4 entro il 2023.

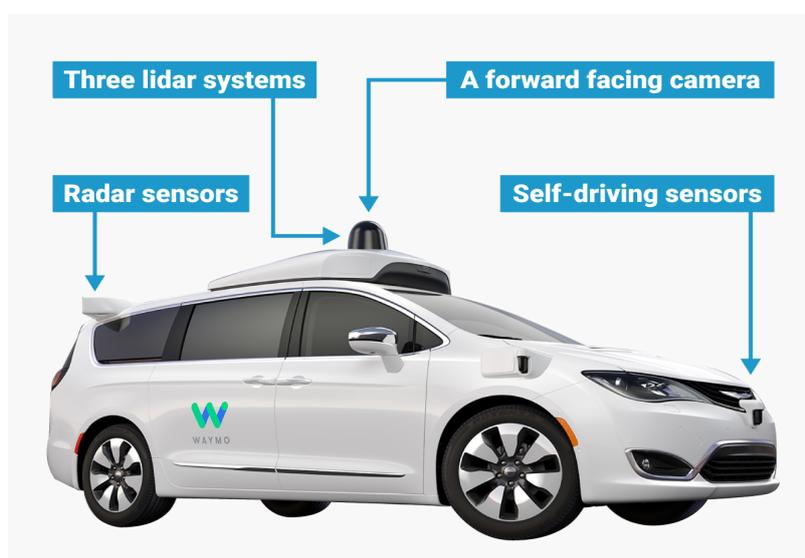


Figura 2.13 Partnership tra Waymo e FCA, www.businessinsider.com

2.9.10 Honda

Honda è una società giapponese, fondata nel 1946, che produce principalmente automobili e motocicli. Il brand Honda è considerato generalista, mentre Acura è il brand con cui commercializza auto di lusso principalmente nel mercato nordamericano. Nel 2017 il fatturato è stato di circa 14 000 miliardi di yen, vendendo 5.359.185 veicoli.

Honda è uno tra i più rilevanti costruttori per la sua storia, le sue innovazioni e la sua meccanica. Nel 1997 introdusse in Giappone il primo veicolo ibrido dotato di propulsore a benzina ed elettrico: il modello aveva il nome Insight. L'auto era in grado di percorrere 21,5 km con un litro di benzina in un percorso urbano, mentre in extraurbano il consumo scende a 24 km con un litro.

La gamma è molto ampia e copre tutti i segmenti principali, compresa la supercar NSX. I prezzi partono da 15.700 € per la Honda Jazz e arrivano a 40.700 € necessari per acquistare la Civic Type R; a margine la NSX ha un prezzo di 198.600 €.

Sui nuovi modelli di Civic, anche nelle versioni base di gamma, sono stati introdotti assistenti alla guida semi autonoma di livello 3, ADAS tipici di vetture di lusso o premium come Mercedes, a prezzi molto inferiori rispetto a quest'ultima.

Anche Honda ha intenzione di stipulare una partnership con Waymo, ed è in contatto con Alphabet. Inoltre sono in progetto sistemi V2X anche per le motociclette del brand.

2.9.11 Jaguar Land Rover

JLR è parte del gruppo Tata Motors, e produce veicoli a marchio Jaguar, Land Rover e Range Rover. Nel 2017 il gruppo ha venduto più di 604.000 vetture fatturando circa 29 miliardi di euro.

La Jaguar è specializzata nella produzione di veicoli premium e di lusso dal carattere sportivo, ed è uno dei principali fornitori della Casa Reale inglese. Anche il marchio inglese può vantare diversi successi nelle competizioni sportive più prestigiose del mondo, come la 24 ore a Le Mans e a Daytona. Il prestigio del marchio è legato all'eccellenza di alcuni modelli storici, come la E-Type, o la XKSS di Steve McQueen, la prima supercar della storia.

Attualmente il listino prevede pochi modelli, essenzialmente berline e SUV di varia dimensione, oltre alla sportiva F-Type; i prezzi partono da 37.450 € del SUV compatto E-Pace e arrivano agli 89.000 € di base per la XJ, il top di gamma tra le berline proposte dalla casa inglese. I sistemi di assistenza alla guida presenti sono di livello 2.

Land Rover è una casa inglese specializzata nella costruzione di veicoli premium SUV e fuoristrada, declinati con il nome Range Rover. A riprova della qualità costruttiva, le Land Rover sono utilizzate nelle più difficili missioni che prevedono la percorrenza di strade bianche, nelle condizioni più estreme. Sono usate spesso in montagna dagli enti addetti alla protezione del territorio.

Negli anni settanta il marchio presentò il primo fuoristrada di lusso della storia, la Range Rover: questo modello è quello che ha dato vita all'idea di SUV moderno.

Oggi sono proposti 8 modelli, di cui 4 marchiati Range Rover e 4 Land Rover; i prezzi partono dai 36.800 € della Land Rover Discovery Sport sino ai 106.700 € della Nuova Range Rover.

Gli aiuti alla guida presenti sono i principali ADAS, di livello 2; tuttavia in alcuni modelli è presente la funzione di rilevamento guadi che fornisce informazioni importanti nei tratti di guida off-road più impegnativi.

JLR ha sperimentato nell'estate 2018 una flotta di veicoli autonomi nel progetto UK CITE: lo stesso mira alla costruzione della prima infrastruttura connessa del Regno Unito, con 64 km di strade dotate di connettività wireless in grado di far collegare i veicoli. A marzo 2018 JLR ha annunciato una partnership con Waymo per lo sviluppo di una flotta di veicoli elettrici auto pilotati, basata sulla Jaguar I-Pace; la produzione effettiva dovrebbe iniziare nel 2020. Il gruppo ha anche comunicato che sta lavorando allo sviluppo di tecnologie di auto pilota per la guida fuoristrada.

2.9.12 Mercedes-Benz e Bosch

Mercedes-Benz è di proprietà del gruppo Daimler AG, ed è il marchio usato per la produzione di autoveicoli premium; nel gruppo sono presenti anche Smart, Mercedes AMG, che produce auto di lusso ad altissime prestazioni, e il team di Formula 1.

Mercedes-Benz è un'icona in tutto il mondo, e il marchio della stella a tre punte è tra i primi 100 brand con più valore al mondo: nelle più recenti classifiche è al posto n.46. Negli anni ha prodotto numerose vetture divenute iconiche, ma un posto di rilievo spetta senza dubbio alla MB 300L, la famosa vettura nota con il soprannome "Ali di Gabbiano" a causa del meccanismo di apertura delle portiere, che era ad ali di gabbiano, per l'appunto.

Nel 2017 sono stati venduti 2.373.527 veicoli con ricavi per 94,6 miliardi di euro. La gamma è molto ampia, con prezzi adeguati alla concorrenza: si parte dai 26.680 € della Classe A fino ai 157.600 € della Classe S Maybach; tutte le versioni AMG hanno prezzi più alti fino a un massimo di 168 760 € di listino per la SL Mercedes-AMG SL 63. Tra le vetture attualmente in produzione la Classe S è dotata di un sistema di guida autonoma di livello 3, e tutti i nuovi veicoli sono equipaggiati degli ultimi sistemi disponibili.

Bosch è una multinazionale tedesca leader nella costruzione di componenti per automobili, e fornitrice di quasi tutti i produttori del mondo. Ha prodotto alcuni tra i dispositivi più noti e importanti, come l'ABS e l'ESP. Non sorprende quindi che abbia deciso di dedicare un team di più di 2000 ingegneri per lo sviluppo di sistemi di assistenza alla guida e che abbia all'attivo il numero più alto di brevetti in materia. Bosch ha previsto che le auto autonome saranno disponibili dal 2020, probabilmente capaci di guidare nei tratti autostradali.

Nell'aprile del 2017 Bosch e Mercedes hanno unito le forze per sviluppare veicoli autonomi di livello 4 e 5, con un contratto che dà a MB l'esclusiva per 2 anni sui sistemi sviluppati: considerato il primato di Bosch nel campo, la mossa strategica della casa tedesca appare fondamentale nel rapido e mutevole contesto competitivo moderno.

Mercedes-Benz ha un'idea concreta sul futuro delle proprie automobili. La casa di Stoccarda prevede che le sue prossime berline possano essere un connubio tra lusso e comodità: con il concept S 500 si ha un abitacolo caratterizzato da sedili anteriori che ruotano di 180°, trasformandolo in un salotto in cui lavorare, dialogare e concedersi del tempo libero in totale relax, mentre il veicolo guida fino a destinazione. Gli interni rispecchiano il concetto tipico di Mercedes di modern-luxury: abitabilità, eleganza ed intuitività.

La Classe S in produzione, inoltre, ha compiuto un giro del mondo denominato "Mercedes-Benz Intelligent World Drive", in cui il sistema è stato sperimentato proficuamente nei contesti più disparati, con grande varietà di ambienti e segnaletica stradale.

2.9.13 Microsoft

Microsoft è la famosa azienda IT con sede a Redmond, fondata da Bill Gates. Ha una gamma di prodotti molto diversificata, in cui sono presenti un gran numero di soluzioni IT per varie industrie. È uno dei più grandi produttori di software al mondo, con un valore azionario che nel 2018 ha raggiunto gli 800 miliardi di dollari. Il brand dell'azienda americana è il quarto con più alto valore al mondo. Microsoft produce il sistema operativo Windows e il pacchetto Office, entrambi prodotti leader di mercato.

Sul fronte guida autonoma, l'azienda sta sviluppando partnership con Volvo e Toyota per soluzioni hardware (HoloLens) e software (IA). Offre inoltre una soluzione cloud per lo storage dei dati, chiamata Microsoft Azure.

2.9.14 Porsche

L'iconico marchio di auto sportive Porsche è nato nel 1931 e ha sede a Stoccarda; dal 2012 è parte del gruppo Volkswagen. Il suo fondatore creò la prima automobile popolare della Volkswagen, su ordine di Hitler. Su quella base sviluppò la prima vera Porsche, vettura ad alte prestazioni e linee sinuose ed eleganti. Da quel momento la storia del marchio è piena di successi e vittorie. Porsche può vantare il primato di ben 19 vittorie nella 24 ore di Le Mans, molte delle quali ottenute consecutivamente.

Il modello più famoso e desiderato è la 911 nelle sue varie declinazioni, modello in grado di restare sempre uguale a sé stesso, e di cambiare in meglio senza mai perdere la perfezione estetica e meccanica che la contraddistingue da generazioni.

Nel 2017 il cavallino di Stoccarda ha venduto 246.375 vetture con ricavi per 23,5 miliardi di euro.

I modelli disponibili sono pochi, e per lo più sportivi. A catalogo sono presenti:

- 718 Cayman, da 55.237 €
- 718 Boxster, da 57.311 €
- 911 Carrera, da 101.704 €
- Panamera, da 94.426 €
- Macan, da 59.277 €
- Cayenne, da 78.030 €

Dal punto di vista dell'automazione di guida, i sistemi offerti attualmente sono di assistenza alla guida; mentre entro il 2022 dovrebbero arrivare sistemi di livello 4. Tuttavia la filosofia usata è diversa da quella degli altri produttori. La guida autonoma per Porsche sarà marginale rispetto alla guida tradizionale, perché chi compra una vettura sportiva è intenzionato a guidare più che farsi condurre: per cui la loro visione ne prevede

l'uso nei momenti più noiosi, ovvero nelle code e nella ricerca del parcheggio; ovviamente il sistema sarà usabile anche nel resto dei casi, se il conducente lo preferirà.

2.9.15 PSA Groupe

Il gruppo PSA è di origine francese. A PSA appartengono i costruttori generalisti Opel, Peugeot, Citroën e Vauxhall Motors. Il loro marchio premium è DS. Nel 2017 il gruppo ha fatturato 65,2 miliardi di euro, vendendo 4.161.389 vetture; è il secondo gruppo costruttore d'auto in Europa.

Tra i marchi del gruppo, Peugeot può vantare una forte e prestigiosa tradizione nei rally e nelle competizioni stradali, nelle quali ha trionfato varie volte: ad esempio può fregiarsi di 3 vittorie a Le Mans e a 7 edizioni del Rally Dakar, l'ultimo nel 2018.

Anche Citroën può vantare un palmares di tutto rispetto nelle competizioni rally, con cui ha vinto più volte il campionato WRC. Tra le auto più iconiche prodotte va citata la 2CV, nata per essere "per tutti" e prodotta fino al luglio 1990.

Il gruppo ha un'ampia gamma di veicoli a listino, ognuno con identità e caratteristiche ben definite; I prezzi sono in linea con la concorrenza generalista: si parte dai 10.150 € della piccola Citroën C1 e si arriva ai 44.850 € della Peugeot 508 GT.

La dotazione tecnologica si limita all'assistenza alla guida, ma sono in corso numerosi progetti per sviluppare sistemi completamente autonomi. La nuova Peugeot 508 ne è la prova, essendo dotata di Night Vision e ADAS evoluti.

Nel 2016 l'auto prototipo ha percorso più di 300 km in modalità autonoma, guidando da Parigi fino ad Amsterdam; nel 2017 è iniziato il lavoro per dotare il SUV Peugeot 3008 di tecnologie di guida autonoma, in partnership con nuTonomy. I sistemi di livello 5 sono previsti per il 2021, mentre quelli di livello 4 un anno prima.

2.9.16 Renault-Nissan

La Renault è una casa automobilistica francese fondata nel 1898; attualmente il gruppo conta vari brand: Renault, Dacia, Alpine, Lada e Renault Samsung Motors. Quest'ultima è un'azienda coreana nata all'interno del gruppo Samsung e successivamente fu acquisita

dalla casa francese. L'azienda francese è considerata un costruttore generalista: la gamma di automobili, che spazia dalle city car alle berline sino ai SUV e pick-up di grandi dimensioni, con prezzi di partenza che spaziano dagli 11.350€ della Twingo ai 36.350€ della Koleos. La dotazione di assistenza alla guida prevede l'uso dei più noti ADAS; la prima auto autonoma è stimata entro il 2022. Nel 2017 il fatturato del gruppo è stato di 58,7 miliardi di euro con 3,76 milioni di auto vendute.

Nissan Motor è la casa automobilistica giapponese in ordine di grandezza dopo Toyota. Nata nel 1934, nel 2017 il fatturato è stato di 11,9 trilioni di yen con 5,82 milioni di unità vendute. La gamma Nissan ha prezzi a partire dai 12.850€ della Micra, sino ai 101.900€ della sportiva GTR. La dotazione di sicurezza include ADAS e ProPilot, ossia una versione più evoluta di ACC.

Per il marchio Infiniti, partner tecnico della scuderia Renault sport in F1, la gamma prevede SUV compatti, crossover e berline di lusso, con prezzi di base da 25.950€ per la Q30 ai 56.350€ per la QX70. Sono presenti i più evoluti e raffinati sistemi ADAS presenti sul mercato.

Nel marzo 1999 le due società hanno creato il gruppo industriale Renault-Nissan (ora Renault-Nissan-Mitsubishi) per sviluppare una strategia comune e sviluppare tutte le sinergie possibili, con una partecipazione azionaria paritaria. Ad oggi è il primo gruppo automobilistico mondiale, grazie all'acquisizione di Mitsubishi: nel 2017 sono stati venuti 10,6 milioni di veicoli.

Grazie alle sinergie, il gruppo sta lavorando per sviluppare la guida autonoma contando sulle forti economie di scala che sono in grado di realizzare. Il CEO ha dichiarato che entro il 2020 saranno in vendita 10 veicoli dotati di "funzionalità automatizzate significative". Attualmente Nissan sta testando i suoi sistemi nella città di Tokyo, e ha annunciato che sta sviluppando un sistema di taxi automatizzato con la società Easy Ride per la città di Yokohama, in Giappone.

Renault inoltre vanta un prototipo, Symbioz, in grado di sorpassare in totale autonomia e di adattare la velocità del veicolo in base al traffico. La casa francese ha dichiarato che nel 2022 lancerà sul mercato la sua prima vettura, dotata di sistemi di livello 4, in grado di percorrere lunghi tratti senza l'intervento del guidatore.

2.9.17 Tesla

Tesla, la società americana fondata nel 2003 dal visionario imprenditore Elon Musk, è l'azienda automobilistica con il più alto valore al mondo nonostante la giovane età.

È una delle prime aziende che viene associata al concetto di guida autonoma e auto elettrica. Infatti, è stata una delle prime a rendere di dominio pubblico l'idea di guida autonoma, assumendo un'aura di innovatività paragonabile a quella della Apple di Steve Jobs.

Il sistema attualmente disponibile può essere riconosciuto tra il livello 2 e il livello 3, sebbene Tesla sul suo sito dichiara che la Model S e la Model X hanno la predisposizione hardware per la guida completamente autonoma, e lo dimostra con un video in cui l'auto viaggia in città senza intervento umano.

La gamma è composta di 4 vetture:

- Model S, a partire da 103.000 €
- Model X, a partire da 113.000 €
- Model 3, a partire da 35.000 \$ (escluse tasse)
- Roadster, da 215.000 €

Nonostante l'incidente che ha causato la morte di un cliente Tesla, Musk è ottimista e ha dichiarato che è intenzionato a commercializzare un'automobile completamente autonoma entro il 2019, sebbene lo sviluppo sia delle vetture che dei sistemi automatizzati non proceda in maniera spedita.

2.9.18 Toyota

Toyota è una multinazionale giapponese che produce autoveicoli, con sede nella città di Toyota. È la più grande società automobilistica del Giappone, ed è la seconda per numero di veicoli venduti nel 2017. Infatti, con 10.163.491 veicoli per un fatturato di 2.493 miliardi di yen, è seconda solo al gruppo Volkswagen. Considerata generalista, i veicoli prodotti dall'azienda sono famosi per la qualità e durevolezza dei materiali e delle meccaniche. Toyota inoltre ha una grande tradizione in fatto di vetture ibride, avendo commercializzato la prima Prius ibrida già nel 1997.

La gamma che Toyota offre ai suoi clienti prevede per quasi tutti modelli motorizzazioni ibride; inoltre copre buona parte dei segmenti oggi in voga nei mercati.

Il prezzo più basso, pari a 10 450 €, è relativo alla AYGO; il Land Cruiser invece ha il prezzo di listino più alto, pari a 35 900 €. Sono attualmente presenti sistemi di assistenza alla guida, mentre entro il 2020 sono previsti sistemi di livello 4.

Anche Toyota sta investendo per sviluppare un sistema di guida autonomo proprietario, e ha assunto ingegneri e professori provenienti dal MIT e da produttori concorrenti; le ricerche sono rivolte a soluzioni di *machine learning*. Il CEO di Toyota ha precisato che la loro idea è quella di sviluppare una sorta di “Angelo Custode”, che interverrà solo quando il conducente sta per fare un errore fatale.

2.9.19 Uber

Uber è il popolare servizio di trasporto automobilistico basato su una piattaforma *multi-sided*, che mette direttamente in comunicazione clienti e fornitori. La società ha sede a San Francisco ed è considerata una delle più importanti aziende rappresentati della *sharing economy*.

La guida autonoma offre sicuramente un vantaggio per aziende con il modello di business come quello di Uber, e infatti la società americana ha portato avanti il suo progetto di auto senza conducente. Tuttavia, nel corso dello sviluppo, ci sono stati vari incidenti, che stanno rallentando le sperimentazioni: a marzo 2018 un incidente mortale in Arizona ha portato Uber a rivalutare i suoi piani di sviluppo futuri. L'auto, nonostante i sensori, non ha rilevato la presenza della 49enne Elaine Herzberg, e l'ha travolta fatalmente. A causa di ciò, tutti i progetti proprietari sono stati sospesi e alcuni sono stati soppressi, ma è iniziato un nuovo progetto in partnership con Toyota.

2.9.20 Volkswagen

Volkswagen è un costruttore di auto generalista, fondatore dell'omonimo gruppo tedesco, al cui interno ingloba marchi come Bentley, Bugatti e Lamborghini. Nel 2017 sono state vendute 6.316.832 vetture, con un fatturato di 79,9 miliardi di euro.

La VW nacque per volere di Hitler nel 1937, con lo scopo di motorizzare il popolo tedesco di classe sociale meno abbiente: letteralmente il suo nome significa infatti “auto del popolo”. La fabbrica fu costruita nella moderna Wolfsburg, dove si trova ancora oggi. La fabbrica tedesca ha prodotto auto tra le più conosciute e diffuse al mondo, come il celebre Maggiolino o la longeva Golf, prodotta dal 1974 sino ad oggi. La storia sportiva del marchio di Wolfsburg è di tutto rispetto, avendo vinto più volte nelle competizioni di rally: grazie al prestigio guadagnato in pista, al marketing e ai miglioramenti qualitativi oggi VW è considerato ancora un generalista, ma la percezione del pubblico la vede sempre più vicina alla categoria premium.

La gamma è molto ampia e variegata, e copre tutte le principali categorie di auto: si passa dalle city-car alle berline di rappresentanza, senza tralasciare la più in voga categoria degli SUV compatti e di lusso. I prezzi partono da 11.750 € della piccola UP per arrivare ai 61.000 € di partenza necessari per la SUV di lusso Touareg.

I sistemi presenti sono di sicurezza attiva e assistenza alla guida, al limite del livello 2; particolarmente interessante la presenza del Night Vision e del Traffic Jam Assist.

La VW lavora a progetti di guida automatizzata già dal 1986, anno in cui sperimentava dei sistemi per permettere alla vettura di sterzare in autonomia con l’uso di telecamere: oggi la casa tedesca ha fatto una partnership con Apple per lo sviluppo degli iconici van Bulli, riedizione dei famosi pulmini VW dei figli dei fiori. L’azienda di Cupertino ha deciso di aiutare l’azienda tedesca nella realizzazione di questo progetto, precisando che utilizzerà i van come shuttle autonomi per i dipendenti all’interno degli spazi del campus Apple.

Recentemente Volkswagen ha comunicato che sta cercando partner (anche tra altri costruttori) per sviluppare uno standard industriale condiviso, anche per poter condividere gli eventuali rischi in sede giudiziaria, oltre che per avere un’architettura di base su cui fare economie di scala.

2.9.21 Altre notizie

Il costruttore di parti meccaniche per automobili ZF, insieme a Nvidia e Baidu, sta lavorando allo sviluppo di una vettura autonoma per il mercato cinese entro il 2020.

Anche in Italia ci sono stati studi e progetti. Deeva, il prototipo di una vettura a guida automatizzata è stato sviluppato dal VisLab dell'Università di Parma. Il primo modello è stato realizzato nel 2009.

La start-up inglese Wayve sta sviluppando un software di *machine learning* con il solo ausilio delle telecamere, con lo scopo di venderlo a terzi.

CAPITOLO 3

Volvo

3.1 Storia dell'azienda

“Cars are driven by people. Everything we do at Volvo has always been about taking care of people” [Gabrielsson, Larsson]

Una sera d'estate del 1924, due amici con la passione per le automobili, Assar Gabrielsson, esperto economista, e Gustav Larsson, abile ingegnere, si incontrarono in un ristorante di Stoccolma. Grazie a questo incontro nacque quella che oggi è nota come Volvo. I due amici pianificarono insieme la realizzazione di automobili che potessero migliorare la vita delle persone grazie alla maggior attenzione per la sicurezza e il comfort che avrebbe caratterizzato i loro prodotti: nelle loro intenzioni le Volvo dovevano essere le auto più sicure al mondo.

All'epoca Assar Gabrielsson lavorava per SKF, produttrice di cuscinetti volventi o a sfera; la stessa società aveva registrato il nome Volvo nel 1915 con l'intenzione di utilizzarlo per una serie speciale di cuscinetti a sfera, senza mai adoperarlo effettivamente. Il nome Volvo, che deriva dal latino e significa *“rotolare”*, era in grado di trasmettere l'idea di movimento e dinamicità, e risultò essere adeguato per le automobili. Il simbolo Volvo rappresenta il simbolo alchemico del ferro, a simboleggiare la resistenza e la qualità dell'acciaio utilizzato in Svezia.

A metà del 1925 nacquero i primi progetti nel reparto di Larsson a Stoccolma e l'anno successivo vennero effettuati i primi test su alcuni prototipi finanziati da Gabrielsson.

Nel 1927 Volvo fu fondata in Svezia a Göteborg come sussidiaria della SKF. Il 14 aprile dello stesso anno vide la luce la prima Volvo di serie, la OV 4 assemblata a Stoccolma. La OV 4 è soprannominata Jakob poiché questo era il soprannome di uno dei 10 esemplari di pre-serie, terminato di costruire il 25 luglio, ossia il giorno di San Giacobbe, Jakob in

svedese. L'auto era stata progettata per resistere alle difficili condizioni climatiche svedesi.



Figura 3.1 Volvo OV4, www.uniquecarsandparts.com

Nel 1928, Volvo produsse il primo camion dell'azienda, il Volvo LV1, molto apprezzato dal mercato. Nell'era della produzione automobilistica popolare, a metà degli anni Trenta, fu prodotta in generose quantità, la PV51, la prima auto piccola di Volvo. Negli stessi anni, fu lanciata la Carioca (PV36), la prima automobile con la carrozzeria dalle linee aerodinamiche. L'introduzione nella produzione di un autobus, il bus B1, conquistò il pubblico svedese.

Nel 1935 la SKF cedette le sue quote e Volvo diventò indipendente, e sul finire della seconda guerra mondiale iniziò ad affermarsi saldamente oltre i confini svedesi.

Nel 1944 venne presentata la prima auto svedese di piccole dimensioni, la PV444. Fu commercializzata dal 1947 fino al 1965, e costituì il primo grande successo di Volvo negli Stati Uniti.



Figura 3.2 Volvo PV444, www.volvoadventures.com

La PV444 possedeva una novità importante nell'ambito della sicurezza: il parabrezza laminato. Questa soluzione impedisce alle schegge di entrare nell'abitacolo in caso di rottura: due lastre unite da uno strato di materiale plastico mantengono insieme le componenti danneggiate.

Negli anni Cinquanta del secolo scorso, precisamente nel 1953, Volvo lancia la Duett, una delle prime station wagon della storia. Il 1959 è l'anno della presentazione della coupé P1800 e soprattutto l'anno dell'introduzione della cintura di sicurezza a tre punti. Negli anni Sessanta, precisamente nel 1964, Volvo si espande e apre uno stabilimento a Torslanda; l'anno successivo segue un altro in Belgio. Entrambi gli stabilimenti sono ancora attivi.

Le ricerche in ambito sicurezza continuano: viene proposto il cruscotto con imbottitura per ridurre i danni ai passeggeri in caso di scontro e nel 1967 viene introdotto il primo seggiolino al mondo per bambini rivolto nel senso opposto a quello di marcia.

Nel 1972 Volvo acquista la sezione automobilistica della Daf, una casa olandese, per ampliare la gamma proponendo vetture più economiche: la serie 200, prodotta pochi anni dopo, venderà quasi 3 milioni di esemplari.

Continuando su questa scia, nel 1976 viene introdotta la prima seduta rialzata per bambini e la sonda lambda. Questa piccola sonda, in grado di ridurre le emissioni dannose del 90%, è ad oggi usata in quasi tutte le automobili al mondo con motore benzina.

Sempre nel 1976, il governo USA elevò la Volvo 240 a Benchmark per gli standard di sicurezza per le altre auto; nel 1978 fu nominata l'automobile più ecologica presente nel mercato USA, grazie alle emissioni contenute di gas di scarico dannosi. La Volvo 240 è l'artefice della diffusione delle automobili familiari con carrozzeria Station Wagon: ha cambiato la percezione di questi veicoli, precedentemente considerati esclusivamente come mezzi da lavoro.



Figura 3.3 Volvo 240, la prima SW della storia, www.autoweek.nl

Negli anni Ottanta viene svelata la prima automobile che può competere con le vetture di lusso tedesche, proponendosi come vera alternativa: l'ammiraglia 760 seduce il pubblico e decreta l'entrata di Volvo nel segmento premium. Nel 1985 viene prodotta la prima vettura Volvo ad essere dotata di trazione anteriore, la coupé 480.

Nella prima metà degli anni Novanta, Volvo ha apportato rilevanti cambiamenti nelle costruzioni di autovetture. Con il lancio della Volvo 850, la società investì in comunicazione per adeguare l'immagine del brand ai mutati tempi moderni. Il messaggio trasmesso era che le autovetture Volvo, oltre alle rinomate doti di comfort e sicurezza, potevano vantare anche doti sportive di tutto rispetto.

I nuovi modelli furono equipaggiati di grandi novità tecnologiche come il motore a 5 cilindri montati trasversalmente e un sistema di protezione contro gli urti laterali.

Nella primavera del 1999, AB Volvo ha venduto alla Ford Motor Company la sua divisione automobilistica, la Volvo Car Corporation. In quell'occasione AB Volvo e Ford decisero di fondare una società con quote di partecipazione del 50% ciascuno per conservare e proteggere il marchio Volvo, la sua storia e i suoi valori. Fu quindi creata

Volvo Trademark Holding AB per permettere a entrambe le società di produrre veicoli a marchio Volvo.

In risposta alla nuova moda che ha visto il proliferare delle *Sport Utility Vehicle* (SUV), Volvo ha iniziato la produzione del modello XC70 Cross Country a partire dal 1999. Da quel momento la produzione di SUV ha acquisito sempre maggior importanza; e oggi la vettura top di gamma è la XC90, una SUV di lusso di grandi dimensioni.

Nel nuovo millennio Volvo persegue il suo obiettivo in ambito della sicurezza lavorando su vari sistemi per garantire una guida sicura. Nel 2004, infatti, viene lanciato il BLIS, un sistema che, attraverso l'utilizzo di telecamere poste in corrispondenza degli specchietti retrovisori, tiene sotto osservazione costante l'angolo cieco.

Dopo un anno in cui sono circolate voci di una vendita imminente da parte di Ford, nel 2010 Volvo Car è diventata ufficialmente di proprietà della cinese Zhejiang Geely Holding Group, che ha pagato a Ford 1,8 miliardi di dollari per la cessione dell'azienda svedese. La cessione ha avuto effetti benefici su Volvo, che ha registrato un numero crescente di vendite in tutto il mondo grazie all'apporto di capitali freschi e poca pressione e invasività sulle scelte del management.

Secondo Bloomberg, Geely Holding è intenzionata ad avviare l'iter per quotare Volvo Car alla Borsa di Stoccolma. Stando alle informazioni note gli advisor finanziari saranno Citigroup, Goldman Sachs e Morgan Stanley; lo sbarco sarebbe dovuto avvenire in autunno, con una valutazione tra i 16 e i 30 miliardi di dollari. Tuttavia a settembre 2018 il Financial Times ha reso noto che l'IPO verrà posticipata a causa delle tensioni commerciali tra Cina e Stati Uniti.

Il successo di Volvo, diventato uno dei più importanti produttori di automobili al mondo, ha avuto origine grazie alla fusione di tre importanti aspetti:

- Crescita esponenziale dell'industria svedese
- Disponibilità in loco di materie prime di ottima qualità
- Crescente necessità di vetture robuste e durevoli, dal momento che le auto presenti sugli altri mercati, importate, non erano particolarmente resistenti e adatte alle strade svedesi, rovinata dal clima avverso.

3.2 Volvo oggi

Volvo oggi è un brand premium che produce automobili di alta gamma usando raffinati materiali e finiture di primissimo livello, capaci di far percepire immediatamente la maniacale attenzione al dettaglio e alla qualità riposta in ogni singolo modello della gamma.

Il nuovo corso stilistico di Volvo, in pieno design svedese, è caratterizzato da grande eleganza e sobrietà, espresse con linee pulite e con forte personalità, dallo stile quasi “futuristico”. I risultati di Volvo, dopo l’acquisizione da parte della proprietà cinese, sono ampiamente positivi, e il numero di unità vendute aumenta costantemente.

Quel che però caratterizza e rende unico il brand svedese è la filosofia improntata al comfort, all’affidabilità e alla sicurezza, ambito in cui primeggia rispetto ai competitor. Sin dal principio la cultura svedese e la mission aziendale hanno contribuito a porre le fondamenta per l’evoluzione di Volvo, diventata emblema di sicurezza nel mondo. Il vantaggio competitivo sviluppato è confermato dai vari test Euro NCAP, in cui le vetture Volvo ottengono spesso i migliori punteggi, come ad esempio il nuovo SUV medio XC 60 che ha totalizzato i punteggi più elevati in tutte le aree di valutazione.

L’obiettivo strategico che Volvo intende perseguire nel medio periodo, come riportato nel report 2017, è quello di diventare il costruttore dei veicoli più avanzato e prestigioso del mondo. La tradizione rivolta alla sicurezza e le crescenti opportunità offerte dalle nuove tecnologie permettono infatti l’acquisizione di un vantaggio competitivo unico nel settore. Lo sviluppo delle tecnologie di assistenza alla guida e di guida autonoma pone Volvo in una situazione di avanguardia e di posizionamento di mercato unico rispetto a tutti gli altri player di mercato, grazie alla sua indiscussa leadership in campo di sicurezza e affidabilità, storicamente riconosciuta dal mercato. Nel bilancio 2017 uno dei pilastri strategici individuati è proprio lo sviluppo di sistemi di guida autonoma, con l’ambizioso obiettivo di commercializzare a partire dal 2021 una vettura che sia dotata di un grado di automazione superiore. Fondamentale alla riuscita del progetto sono la Joint Venture con Autoliv, Zenuity, che sta sviluppando soluzioni software particolarmente evolute, e i dati generati nel progetto Drive Me.

Volvo storicamente attribuisce grande valore alla sostenibilità ambientale, e i progetti

futuri si sviluppano anche in questa direzione: nel 2019 l'intera gamma sarà dotata di un motore elettrico, espandendo il portafoglio di prodotti con vetture completamente elettriche, ibride plug-in e mild-hybrid, cioè vetture che sfruttano il motore elettrico solo come supporto a quello termico, e non necessitano di essere ricaricate; al contrario le plug-in consentono di viaggiare esclusivamente in elettrico per alcuni chilometri, ma necessitano della ricarica delle batterie.

L'attenzione alla sostenibilità ambientale è stata inoltre premiata dall'ONU nel 2017, che ha inserito l'azienda svedese nell'esclusivo gruppo "Lead", in cui sono presenti le migliori aziende dal punto di vista della sostenibilità aziendale impegnate nel programma Global Compact.

3.2.1 Vision 2020

Volvo è un marchio "human-centric". Tutto ciò che lo riguarda è permeato da questo concetto.

Nel 2007 nasce il progetto "Vision 2020", che ha come "obiettivo zero morti o feriti gravi entro il 2020 per tutti i passeggeri di una nuova Volvo", prestando attenzione anche alla sicurezza di tutti gli altri utenti della strada, come pedoni e animali. La connettività riveste un ruolo primario nella realizzazione del progetto, poiché permette un notevole potenziamento di tutti i sistemi di guida automatizzata. Inoltre, in una generale ottica di miglioramento del benessere, le nuove vetture saranno dotate di tecnologie per il controllo della qualità dell'aria, che provvederanno a rendere la stessa all'interno del veicolo più pura, automaticamente.

Le statistiche rivelano che, a partire dal 2000, il rischio di ferite gravi in caso di incidente è diminuito del 50% per i possessori di automobili Volvo¹⁶.

L'approccio metodologico allo sviluppo dei migliori sistemi e delle migliori soluzioni pone le sue radici nel 1970, con la fondazione del "The Volvo Cars Traffic Accident Research Function", che da allora ha registrato i dati di circa 43 000 incidenti in cui sono stati coinvolti circa 72 000 soggetti.

¹⁶ Fonte: www.volvocars.com

Lo studio degli stessi ha permesso una profonda comprensione delle cause, delle soluzioni e dei danni relativi agli impatti: sono stati sviluppati specifici crash test studiando le varie situazioni di rischio, e ne sono stati analizzati gli esiti. Ad oggi ogni modello viene testato con circa 20 000 simulazioni e almeno 60 test reali, e lo stesso design è funzionale a migliorare le prestazioni di sicurezza delle vetture. Inoltre il centro studi continua a monitorare le vetture commercializzate e incrocia i dati degli incidenti reali con quelli ottenuti dalle simulazioni. In fase di progetto di una nuova vettura vengono analizzate tutte le informazioni raccolte e si lavora per migliorare le debolezze del modello che sarà sostituito. Questo processo è stato chiamato Circle of Life”.

3.3 Innovare per essere leader nella sicurezza

“Volvo si assume piena responsabilità quando una delle nostre vetture viaggia in modalità autonoma. Siamo tra i primi costruttori di automobili al mondo a fare una promessa del genere.” [Hakan Samuelsson – Presidente e CEO Volvo Car Group]

La sicurezza è il DNA stesso di Volvo, ed è quello che la distingue nel panorama automobilistico; fin dal principio ogni istante è stato dedicato a migliorare e diffondere la sicurezza nelle automobili per salvare e migliorare il maggior numero di vite possibili.

Nel 2000 è stato inaugurato a Göteborg il Volvo Cars Safety Centre, il laboratorio progettato per svolgere crash test avanzati. È uno dei più evoluti centri per la sicurezza automobilistica del mondo.

Attraverso i test svolti, più di 400 completi ogni anno, Volvo monitora e analizza i dati delle proprie auto, in modo tale da renderle sempre più sicure. Nel laboratorio è possibile riprodurre la maggior parte degli scenari di incidente che caratterizzano il traffico reale.

Il reperimento di dati avviene attraverso una cinquantina di videocamere (alcune poste anche in basso, per filmare l’impatto da sotto); la più veloce cattura circa duecentomila fotogrammi al secondo, in modo da ricevere informazioni quanto più dettagliate possibili. L’utilizzo di una pista di prova fissa (lunga 154 metri) e una mobile (di 108 metri) permette, combinandole, di ricreare diverse combinazioni di collisioni.

Ogni modello di auto sottoposto a test in laboratorio è stato preventivamente messo alla prova centinaia di volte in simulazioni computerizzate, che permettono di effettuare numerose prove con variabili diverse senza distruggere alcun'automobile. Volvo Car ha a disposizione un buon numero di *crash test dummy*, che simulano persone di varia età, peso, altezza e sesso.

Tutti i test e tutti i progetti hanno come scopo lo sviluppo di innovazioni. Una percentuale consistente delle innovazioni introdotte da Volvo sono legate al continuo miglioramento delle prestazioni di sicurezza delle automobili.

A partire dal 1959, con l'introduzione della cintura di sicurezza a tre punti nella PV544, Volvo è stata pioniera di importanti strumenti per tutelare l'incolumità delle persone: è stimato che la sola cintura di sicurezza abbia salvato circa 1 milione di vite.

July 10, 1962

N. I. BOHLIN

3,043,625

SAFETY BELT

Filed Aug. 17, 1959

FIG 1

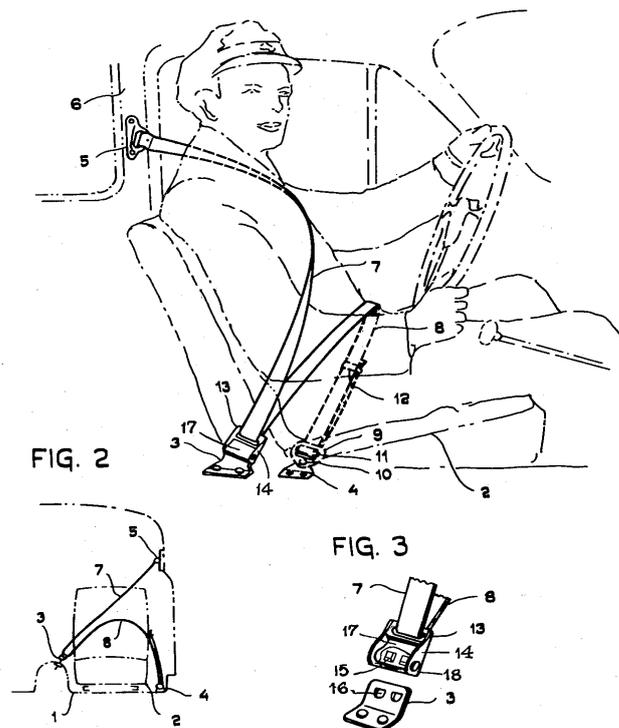


Figura 3.4 Brevetto US3043625 A, Cintura di sicurezza a tre punti

Nella tabella seguente sono elencate importanti innovazioni introdotte da Volvo nel corso della sua storia:

Anno	Innovazione
1944	Gabbia di sicurezza
	Parabrezza in vetro laminato
1959	Cintura di sicurezza a tre punti
1960	Cruscotto imbottito
1964	Prototipo del primo seggiolino per bambini rivolto nel senso opposto a quello di marcia
1966	Zone di deformazione anteriori e posteriori ad assorbimento d'energia
1967	Cinture di sicurezza posteriori
1968	Poggiatesta per i sedili anteriori
1969	Cinture di sicurezza auto-avvolgenti a tre punti per sedili anteriori
1970	Istituzione del <i>Volvo Accident Research Team</i>
1972	Cinture di sicurezza a tre punti per i sedili posteriori
	Seggiolino per bambini rivolto nel senso opposto a quello di marcia
	Chiusura centralizzata a prova di bambino
1973	Piantone dello sterzo collassabile ad assorbimento d'urto
1974	Paraurti ad assorbimento d'energia
	Serbatoio del carburante posizionato davanti all'asse posteriore
	Sonda Lambda
1976	Seduta Rialzata per bambini
	Retrovisori esterni grandangolari
1982	Cinture di sicurezza a tre punti per il sedile centrale posteriori
1984	ABS (Anti-lock Braking System)
1991	Sedili a protezione contro gli urti laterali (SIPS)
	Cinture di sicurezza auto-avvolgenti a tre punti per tutti i sedili
1994	Airbag laterali (SIPS Bags)
1998	Tendina gonfiabile

	Sistema di protezione antiribaltamento (ROPS)
	WHIPS (Whiplash Protection System) contro il colpo di frusta
	Dinamic Stability e Traction Control per il controllo di stabilità e trazione
	IC (Inflatable Curtain), airbag a tendina a protezione della testa
2003	Sistema intelligente di informazioni per il conducente (IDIS)
2004	Sistema di monitoraggio dell'angolo cieco (BLIS)
2006	Adaptive Cruise Control e Collision Warning con funzione di Autobrake support
2007	Driver Alert System
2008	City Safety attivo fino a 30 km/h
2010	Collision Warning con Full Autobrake Pedestrian Detection
2012	City Safety attivo fino a 50 km/h
	Airbag esterno per la protezione del pedone
	Active High Beam di prima generazione - antiabbagliamento on/off
	CTA, LKA e Road Sign Information
2013	Collision Warning con Full Autobrake e Cyclist Detection
	Active High Beam di seconda generazione – antiabbagliamento selettivo
2014	Run Off Road Protection System
	City Safety con funzione di frenata automatica anche agli incroci
	Pilot Assist attivo fino a 50 km/h
	Connected Safety
2015	City Safety attivo anche di notte
2016	Sistema di guida semi-autonoma Pilot Assist attivo fino a 130 km/h
	Large Animal Detection
	Run Off Road Mitigation
2017	City Safety con Steering Support Oncoming Lane Mitigation
	BLIS con Steer Assist Cross Traffic Aler con frenata automatica
2018	City Safety con Oncoming Mitigation by Braking

3.4 La Joint Venture Zenuity

Annunciata nel 2016, Zenuity è l'innovativa Joint Venture di Volvo Cars e Autoliv. Si pone l'obiettivo di sviluppare le migliori soluzioni software per ADAS e sistemi di Autonomous Drive.

La corretta scelta del partner strategico è stato certamente l'aspetto di maggior criticità. La scelta di un'azienda che sia compatibile con la propria è sempre complessa, dovendo trovare il *fit* perfetto sia in termini di esperienza e conoscenza, sia in termini di valori ed etica. La scelta di Volvo è ricaduta su Autoliv, azienda svedese leader nelle tecnologie di sicurezza nell'industria automobilistica. Impegnata nella produzione dei migliori sistemi di sicurezza come air-bag, cinture di sicurezza e anche sensori radar e telecamere ad infrarossi, Autoliv è fornitrice di tutti i più importanti marchi automobilistici del mondo. I valori in cui l'azienda svedese crede fermamente la portano ad impegnarsi quotidianamente per rimanere un punto di riferimento nella produzione di automobili sicure. La coincidenza di valori ed obiettivi ha portato le due aziende a considerarsi quasi come dei partner "naturali". La Joint Venture permetterà a Volvo e Autoliv di sviluppare conoscenze e competenze uniche.

Zenuity è nata con l'obiettivo di diventare leader mondiale nello sviluppo della prossima generazione di automobili, più sicure e automatizzate. I sistemi sviluppati non saranno utilizzati esclusivamente da Volvo, ma saranno venduti sul mercato: è infatti già possibile acquistare vari prodotti.

Sia Volvo Cars che Autoliv daranno in licenza e trasferiranno alla Joint Venture la proprietà intellettuale dei loro brevetti in tema di ADAS. Partendo da questa base di conoscenze verranno sviluppati sistemi ADAS più evoluti e sistemi di guida autonoma, pensati in maniera flessibile e modulare, in modo da essere adattabili alle richieste dei clienti.

I primi sistemi ADAS evoluti verranno introdotti a partire dal 2019; i sistemi AD seguiranno poco dopo¹⁷. Zenuity vuole offrire soluzioni "*disruptive*, con il potenziale di ridisegnare la società e l'industria dell'automobile"¹⁸. Un nuovo modo di intendere la

¹⁷ Fonte: comunicati stampa Volvo

¹⁸ Fonte: www.zenuity.com

mobilità, che permetterà ad esempio di far cercare parcheggio alla propria automobile dopo essere scesi.

Da un punto di vista tecnico l'innovazione è spiegata su un paper pubblicato presso l'università di Chalmers da Nasser Mohammadiha ("Machine learning for autonomus driving", 2017). La guida autonoma prevede l'uso dell'Intelligenza Artificiale, che tramite meccanismi di *machine learning*, *deep learning* e connettività alla rete sarà in grado di apprendere dall'ambiente e adattare l'algoritmo agli eventi. A riprova dell'interesse che l'ambiente accademico sta sviluppando sul *machine learning* in relazione alla guida autonoma, è utile osservare il trend di citazioni su google scholar, in forte crescita specialmente nell'ultimo anno osservato. Il grafico usato è preso dal paper.

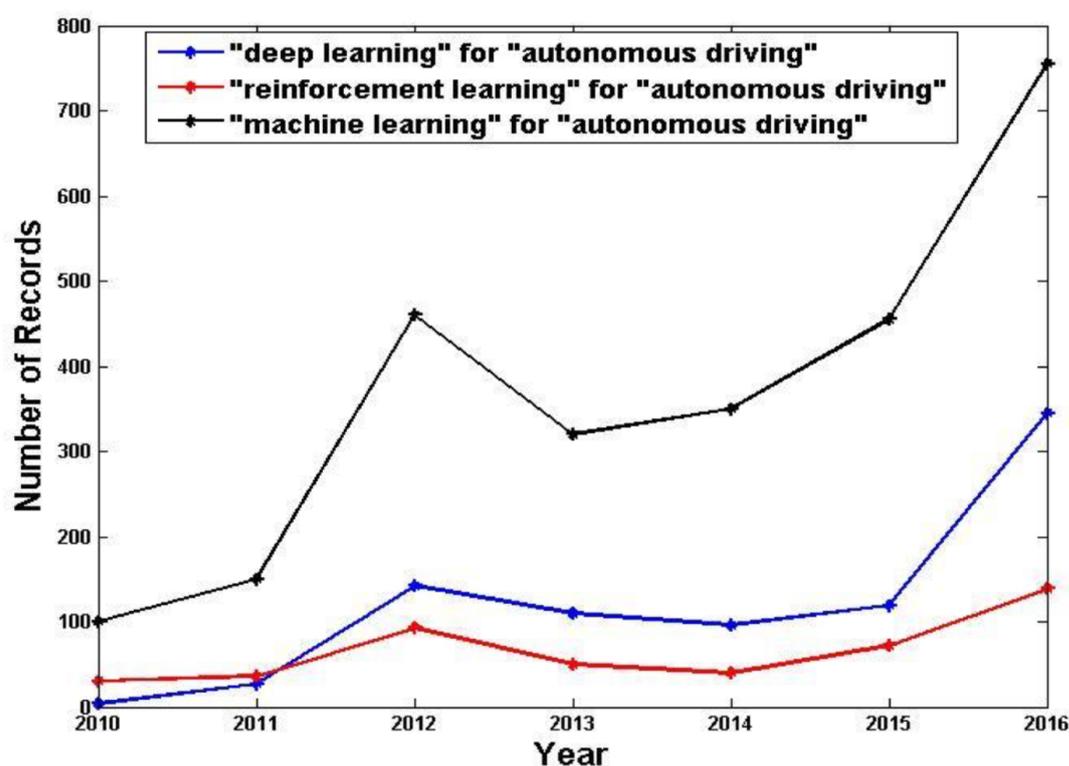


Figura 3.5 Trend di paper, Machine learning for autonomus driving, 2017, università di Chalmers

Lo sviluppo delle reti neurali nei processi di *machine learning* permetterà al software di predire e reagire a situazioni non previste in origine dagli sviluppatori: similmente alle reti neurali umane, infatti, il software sarà in grado di “ragionare” in modo accurato sugli input captati tramite schemi di ragionamento umani. Sarà quindi in grado di sviluppare i

possibili scenari e i relativi sviluppi, e scegliere il possibile output in contesti molto complessi, come strade trafficate con presenza di altri veicoli e pedoni.

A rimarcare la direzione strategica intrapresa da Volvo, l'accordo di fornitura di 24.000 XC 90 autonome ad Uber durante il periodo 2019-2021 va interpretato come fondamentale sia per l'acquisizione di una mole di dati molto ampia, sia per la scelta di marketing di legare per primi il marchio alla *sharing economy*, che certamente caratterizzerà la mobilità del futuro.

Volvo, Autoliv e Zenuity hanno inoltre stretto una collaborazione con Nvidia per la produzione della piattaforma hardware (la Nvidia Drive PX) che, a partire dal 2021, supporterà i software di AD. La piattaforma sviluppata dalla società americana è in grado di elaborare in modo integrato i dati provenienti da telecamere, sensori lidar, radar e ultrasuoni svolgendo fino a 320 trilioni di operazioni di *deep learning* al secondo, potenza di calcolo necessaria per i sistemi di guida autonoma di livello 5¹⁹.

3.5 Sistemi di guida semi-autonoma e dispositivi di sicurezza

Volvo è sinonimo di sicurezza, e per fregiarsi di questo titolo si è sempre impegnata su due fronti:

- Sicurezza preventiva
- Sicurezza protettiva

La sicurezza preventiva comprende tutti i sistemi e le tecnologie in grado di individuare un eventuale urto, avvertendo il conducente del pericolo e intervenendo attivamente per evitare la collisione.

Se l'urto è inevitabile e i sistemi di sicurezza preventiva non hanno la possibilità di evitare l'urto, a proteggere gli occupanti ci sono le misure di sicurezza protettiva, comprensiva di quei dispositivi tecnologici che si attivano in caso di urto salvaguardando i passeggeri e i pedoni. Della sicurezza protettiva fanno parte gli airbag interni ed esterni, cinture di

¹⁹ Fonte: www.nvidia.it

sicurezza e una speciale gabbia composta da elementi deformabili e indeformabili, in grado di ridurre le forze derivanti dagli impatti.

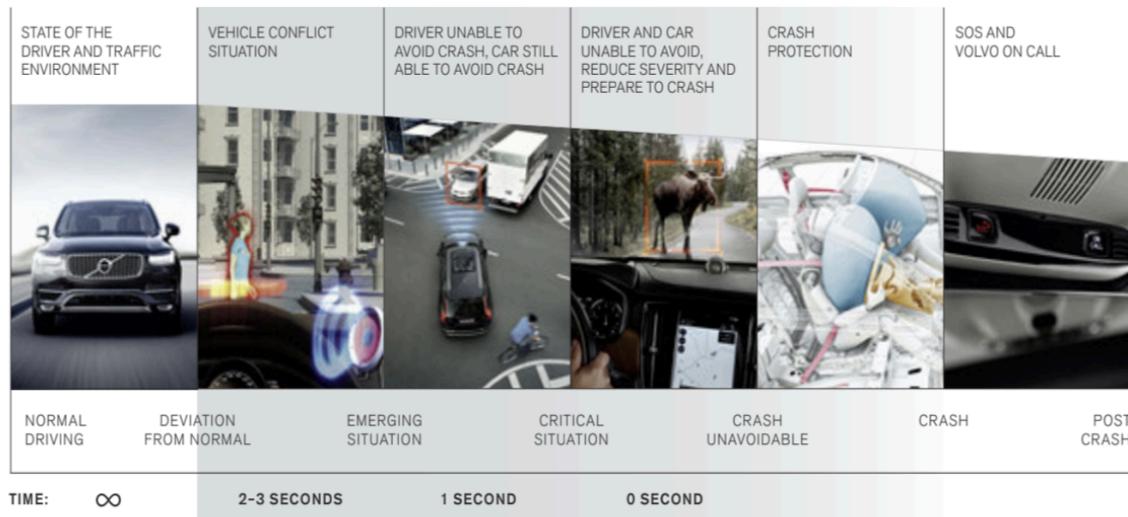


Figura 3.6 Approccio olistico alla sicurezza, Annual Report 2017 | Volvo Car Group

L'approccio alla sicurezza è definito da Volvo "olistico": con ciò si intende evidenziare che il monitoraggio avviene lungo un continuum, a partire dalle situazioni in cui non è presente alcun pericolo sino all'urto inevitabile. In tutti i momenti la vettura analizza gli scenari possibili e interviene attivamente per evitare le collisioni o per minimizzare i danni.

La maggior parte dei sistemi di sicurezza sono di serie su tutta la gamma: gli ADAS sono gli strumenti attraverso cui la vettura monitora l'ambiente e interviene automaticamente per salvaguardare l'incolumità delle persone. Tutti i sistemi di assistenza alla guida, lavorando in sinergia, permettono soluzioni di guida semi-autonoma, in certe condizioni. Il pacchetto completo di sistemi ADAS prevede un elevato numero di dispositivi, tecnologicamente molto avanzati.

In dettaglio i più importanti sono:

- **Active High Beam**

Una telecamera rileva i fasci di luce dei veicoli presenti in strada, sia quelli antistanti che quelli provenienti dalla direzione opposta. Il sistema regola la luce emessa per non abbagliare gli altri utenti della strada, agendo sulla posizione del

fascio luminoso o disattivando parzialmente il faro stesso.

- **Airbag**

In caso di urto viene gonfiata una camera d'aria per ridurre l'energia cinetica dell'impatto subita dagli occupanti del veicolo

- **Ausilio alla sterzata per rischio di collisione**

Il veicolo sterza attivamente quando si presenta il rischio di uscita dalla carreggiata o di collisione con veicoli che procedono in direzione opposta. Il sistema interviene anche in caso di possibile tamponamento da parte di veicoli che seguono.

- **Avvertimento distanza**

Rileva e segnala se la distanza dal veicolo che precede è troppo esigua e potenzialmente pericolosa, anche in base alla differenza di velocità.

- **BLIS con Steer Assist**

Il sistema rileva e misura la distanza dei veicoli in avvicinamento da dietro, impossibili da vedere perché nell'angolo cieco del retrovisore. L'avvertimento è rappresentato da una spia LED posta nello specchio retrovisore esterno o sui montanti anteriori. Il BLIS segnala al conducente la presenza di un altro veicolo quando si appresta a compiere una manovra di sorpasso. In questo caso, se il conducente non dovesse comunque accorgersi del veicolo che sorraggiunge, la funzione Steer Assist agirà sul volante per riportare l'auto nella propria corsia.

- **City Safety**

Con la prima generazione di City Safety (2008), Volvo ha ridotto significativamente il rischio di urto con altri veicoli, seppur esclusivamente fino alla velocità di 50 Km/h. Attraverso l'utilizzo di un sensore laser, posizionato dietro il parabrezza, il sistema sorveglia la zona antistante la vettura e rileva altri veicoli che procedono nella medesima direzione. All'avvicinarsi di un ostacolo la centralina elettronica elabora i segnali provenienti dallo scanner laser e, se si

crea una situazione di pericolo, frena automaticamente l'auto. Con una differenza di velocità di massimo 15 km/h il sistema può evitare l'impatto; per differenze nella velocità di marcia superiori può ridurre significativamente le conseguenze dell'urto.

Con la seconda generazione di City Safety Volvo ha presentato un'innovazione che ha significativamente migliorato le performance del sistema. Grazie all'integrazione di novità come radar e telecamera, il sistema è divenuto capace di rilevare non solo le auto che procedono nella stessa direzione, ma anche pedoni, veicoli, biciclette e animali di grossa taglia che procedono verso la propria automobile, da qualunque direzione essi provengano: sia frontalmente che trasversalmente, e anche negli incroci. Inoltre è stata implementata la funzionalità notturna, che rende il sistema efficace nella maggior parte delle situazioni, comprese quelle in cui il conducente non ha un campo visivo profondo. Il sistema interviene con 3 livelli di intensità crescenti, prima segnalando il pericolo e infine intervenendo direttamente nel caso in cui il conducente non reagisca.

La segnalazione del pericolo avviene attraverso un segnale acustico, una luce rossa proiettata alla base del parabrezza in modo da essere ben visibile e tramite un avvertimento aptico sul pedale del freno, che viene percepito come una sorta di pulsazione dello stesso. La seconda generazione del sistema, nel 2017, in esclusiva su Volvo XC60, ha visto l'introduzione di un nuovo assistente alla guida: lo steering support. Il nuovo sistema è in grado di aiutare attivamente il conducente a eseguire una sterzata d'emergenza più efficace in caso di possibile collisione. Il sistema elettronico rende la manovra più efficiente, agendo sui freni delle singole ruote: le ruote interne vengono frenate e la maggior coppia motrice delle ruote esterne permette al veicolo di cambiare la direzione di in uno spazio ridotto.



Figura 3.7 Rilevazione ostacoli, www.volvocars.com]

- **Connected Safety**

Il sistema è progettato per un futuro nel quale le infrastrutture tecnologiche metteranno in connessione tra loro le auto, permettendo lo scambio costante di informazioni e feedback. Una nuova era, un futuro sempre più connesso: sarà sufficiente che le auto presenti nel medesimo tratto di strada siano connesse al cloud per avere servizi oggi impensabili.

Ad esempio lo Slippery Road Alert, l'avviso di strada sdruciolevole. L'auto informa il conducente sulle condizioni della strada: misura l'aderenza dell'asfalto durante la sterzata, la frenata e l'accelerazione. Se il manto stradale è in condizioni di bassa aderenza il sistema lo segnala sul display e il dato viene trasferito sul cloud; il dato viene quindi inviato a tutte le Volvo connesse che percorreranno quel tratto di strada. Altro esempio è l'Hazard Light Alert, che avvisa il conducente della presenza di vetture che hanno attivato le luci di emergenza nel tratto stradale che si sta percorrendo.

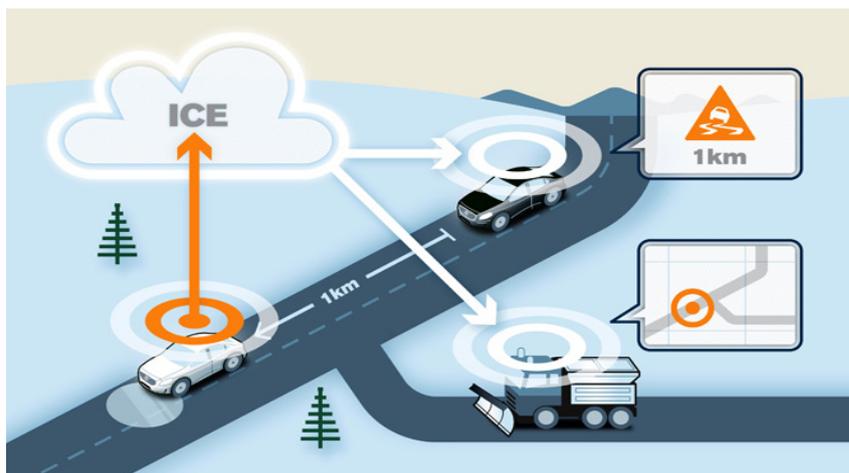


Figura 3.8 Connected Safety, www.volvocars.com

- **Controllo di stabilità elettronico**
 Sistema per il controllo di stabilità dell'auto, che agisce in fase di sbandamento per stabilizzare la vettura.
- **Cross Traffic Assist**
 Servendosi dei sensori radar nella sezione posteriore dell'auto, rileva e segnala la presenza di veicoli in avvicinamento in direzione trasversale durante le fasi di uscita da un parcheggio.
- **Cruise Control Adattivo**
 Il CC mantiene una velocità costante e la adatta al veicolo che precede per mantenere una distanza di sicurezza adeguata.
- **Driver Alert System**
 Richiama l'attenzione del conducente se l'automobile inizia a procedere in modo scomposto a causa di distrazione, stanchezza o malessere.
- **IntelliSafe - Pacchetto sicurezza**
 Sistema che adatta dinamicamente tutti i sensori e tutti i sistemi di sicurezza in base alla dinamica dell'incidente. Nell'ambito della sicurezza preventiva, i sistemi Intellisafe sono la perfetta interpretazione del pensiero di Volvo.

- **Lane Departure Warning**
Se il conducente non attiva nessun indicatore di direzione e oltrepassa la linea di demarcazione della corsia, il sistema lo rileva e produce un avviso.

- **Lane Keeping Aid**
In simbiosi con il LDW il LKA interviene sullo sterzo per tenere il veicolo in corsia.

- **Limitatore di velocità**
Consente di impostare una velocità che non si vuole superare.

- **Oncoming Lane Mitigation**
Questo dispositivo è in grado di monitorare attivamente i veicoli che sopraggiungono dal senso di marcia opposto per evitare una possibile collisione. Se il conducente sconfinava dalla corsia di marcia, la vettura corregge automaticamente la traiettoria e riporta il veicolo nella corsia corretta

- **Park Assist**
Aiuta il conducente a parcheggiare tramite sensori che indicano la distanza dagli ostacoli mediante segnali sonori e immagini riprodotte sul display centrale.

- **Park Assist Pilot**
Interviene in maniera attiva nelle manovre, portando a termine il parcheggio in maniera automatica.

- **Pedestrian Protection System**
Diminuisce la gravità delle lesioni al pedone in caso di impatto frontale attivando un airbag posto sotto il cofano dell'automobile, nella parte posteriore più vicina al parabrezza.



Figura 3.9 Airbag per Pedoni, www.volvocars.com

- **Pilot Assist**

È un sistema di guida semi-autonoma. Funziona nelle strade a scorrimento veloci, e assiste il conducente nelle fasi di guida impostando le curve, frenando e accelerano. Si classifica come guida semi-autonoma perché il sistema necessita della presenza attiva del conducente, che deve tenere obbligatoriamente le mani sul volante e lo sguardo sulla strada. Nel caso in cui il conducente non avesse le mani sul volante, il sistema lo rileverà e produrrà un segnale acustico e visivo per esortarlo a riprendere il controllo del veicolo. In mancanza di effetti, se il sistema non rileva alcun movimento, in automatico passerà nella modalità stand-by e si disattiverà. Il Pilot Assist sarà sostituito nel 2021 dal più evoluto Highway Assist, che porterà i sistemi al livello 4 di automazione. Verrà equipaggiato all'inizio solo su modelli top di gamma.

- **Pretensionatori delle cinture**

Tende le cinture di sicurezza in condizioni critiche o in caso di collisione.

- **Rear Collision Warning**

Aiuta ad evitare che l'auto venga tamponata da un veicolo che segue. Se l'urto è inevitabile pretensiona le cinture e inserisce il freno di stazionamento.

- **Rilevamento galleria**

Rileva l'ingresso in galleria e accende le luci anabbaglianti.

- **Road Sign Information**

Il sistema riconosce e riporta sul display i segnali stradali utili nella marcia, come il limite di velocità o il divieto di sorpasso.

- **Roll Stability Control**

Aiuta a ridurre il rischio di ribaltamento.

- **Run-Off Road Mitigation & Protection**

Il sistema aiuta attivamente il conducente a non uscire fuori dalla carreggiata: l'auto può sterzare e frenare per riportare il veicolo in corsia; se l'uscita di strada è inevitabile il sistema pretensiona le cinture in preparazione all'impatto.

- **Telecamere a 360 gradi "Surround View"**

Sistema di telecamere perimetrali che permette la completa visualizzazione dell'ambiente intorno alla vettura

- **Whiplash Protection System**

Può proteggere dalle lesioni da colpo di frusta grazie a sedili anteriori progettati appositamente e a dispositivi che minimizzano l'energia cinetica prodotta da un impatto.

Alla base di tutte le nuove tecnologie vi è l'obiettivo di prevenire gli incidenti prima che questi accadono, sviluppando auto più intelligenti, che possano prendere decisioni durante la marcia, nei momenti in cui l'intervento umano potrebbe non essere più sufficiente.

Le Volvo del futuro si occuperanno di quelli "aspetti noiosi della guida", come la stessa azienda li definisce, come ad esempio la percorrenza di lunghi tratti congestionati nel traffico, dando la possibilità al conducente di rilassarsi e avere più tempo a disposizione per dedicarsi ad altre attività in totale sicurezza. Saranno sistemi di guida automatizzata, in cui il controllo vigile da parte dell'uomo non sarà più necessario.

A tal proposito, Volvo dichiara: "Le automobili sono sempre state un simbolo di libertà,

un privilegio che oggi è limitato dal progressivo susseguirsi di ingorghi stradali. Volvo crede che le vetture a guida autonoma restituiranno al conducente quella sensazione di libertà, permettendogli di scegliere come trascorrere il tempo in auto, guidando, lavorando o semplicemente rilassandosi.”

3.6 Progetto Drive Me

Il progetto Drive Me è nato nel 2013²⁰. È l'unico progetto di guida autonoma sviluppato nel settore automobilistico che pone al centro dell'attenzione le persone e non le tecnologie.

Il progetto pilota ha avuto inizio nel 2017 a Göteborg, e durerà 4 anni. A 100 famiglie sono state fornite in uso altrettante Volvo XC90 dotate di tutti i sistemi di serie; nel corso del progetto l'hardware e il software delle vetture verranno aggiornati sino all'automazione totale.

Con Drive Me le vetture sono operative nel traffico reale, e devono soddisfare le esigenze delle persone nella loro quotidianità: i suggerimenti e le critiche di chi usa e userà realmente il prodotto costituiscono un valore aggiunto nello sviluppo, che non si limita quindi al lavoro di ricerca degli ingegneri ma può beneficiare di uno sviluppo “sul campo”.

Durante tutto la durata del progetto pilota, gli ingegneri stanno monitorando e analizzando costantemente tutti i dati registrati dalle automobili per cercare di comprendere in modo approfondito tutte le criticità e le incertezze dei sistemi automatici, compresa la difficoltosa interazione tra i sistemi computerizzati e i veicoli tradizionali guidati da esseri umani. All'interno delle auto sono state installate telecamere e sensori per studiare le eventuali criticità dell'interazione tra i partecipanti e i sistemi della vettura²¹.

Le famiglie che guidano i SUV verranno utilizzate come primi tester sul campo dei nuovi sistemi, che saranno introdotti gradualmente e, nelle prime fasi, usati solo in ambienti controllati.

Le tecnologie che verranno utilizzate sono le più recenti disponibili: oltre ai sensori e alle

²⁰ Fonte: www.volvocars.com

²¹ Fonte: www.theverge.com

telecamere che registrano i dati necessari per “percepire” l’ambiente circostante e per sviluppare propriocezione, verrà utilizzato anche un nuovo sistema di navigazione basato su mappe 3D memorizzate in cloud. La connettività permetterà l’aggiornamento della cartina in tempo reale, in base alle condizioni del traffico o eventuali ostacoli segnalati, e il percorso potrà essere adattato in maniera molto più efficace ed efficiente rispetto al passato.

In un’ottica di *learning by doing*, il progetto si pone l’obiettivo di raccogliere dati nei 4 anni su cui basare il progetto per la prima auto dotata di sistemi di livello 4, che verrà presumibilmente rilasciata nel 2021²².

Allo stato attuale il progetto sta presentando difficoltà impreviste (fonte: europe.autonews.com). Il sempre più rapido sviluppo dei sensori sta rappresentando sia un vantaggio che uno svantaggio, a causa della possibilità che il lavoro venga sviluppato su hardware che si potrebbe dimostrare superato dopo un lasso di tempo breve.

Inoltre il CEO di Volvo ha stimato che le funzionalità di guida autonoma di livello 4 costeranno all’utente finale circa 10 000 \$: una maggiorazione rilevante sul prezzo di acquisto dell’automobile, che dovrà essere comunicata in maniera efficace ai nuovi clienti, valorizzando il valore del tempo che si recupera grazie all’innovazione introdotta. Il progetto sta proseguendo e sono previsti ulteriori programmi pilota a Londra e in Cina, per sperimentare e studiare scenari urbani ed extra urbani molto variegati tra loro²³, in modo da raccogliere dati utili allo sviluppo di software con capacità predittive estremamente accurate.

3.7 Il futuro immaginato da Volvo

3.7.1 Concept 26

La Volvo Concept 26, presentata al Salone di Los Angeles nel 2015, è la visione che l’azienda svedese ha della mobilità del futuro. Il numero 26 presente nel nome è riferito ai minuti che l’automobilista impiega mediamente per raggiungere il proprio posto di

²² Fonte: www.automotivenews.com

²³ Fonte: www.volvocars.com

lavoro, spendendo circa 200 ore ogni anno alla guida della propria automobile. Il tempo è una risorsa preziosa, e secondo Volvo non va sprecato.

La concept 26 si propone di far tornare l'auto simbolo di libertà.

L'abitacolo ha un design pulito, ed è progettato per svolgere attività di produttività, ma anche per rilassarsi o riposarsi: basta selezionare la relativa modalità e in pochi attimi il volante si ritrae, il sedile, completamente reingegnerizzato in modo ergonomico, si adatta alle richieste del conducente e dalla plancia emerge un display di 25 pollici in formato 21:9.

Il tragitto casa-lavoro, così come i viaggi più lunghi, diventano quindi un momento in cui si può gestire il proprio tempo per dedicarsi ad altre attività.

La Concept 26 rappresenta per Volvo la naturale e realistica evoluzione del design delle automobili, e non una semplice visione futuristica²⁴.

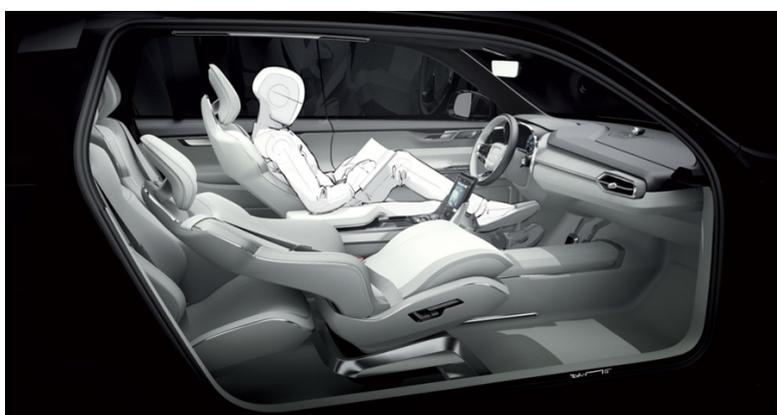


Figura 3.10 Volvo Project 26, www.volvocar.it

3.7.2 360c

“Perché prendere l'aereo quando si può avere qualcuno che guida al posto vostro?”²⁵

La 360c rappresenta la proposta di Volvo alle esigenze di mobilità personale di un futuro prossimo, proponendo tutte le caratteristiche del brand Volvo: sicurezza, lusso, connettività e tecnologia. L'auto è stata sviluppata grazie ai dati raccolti nel progetto Drive Me.

²⁴ Fonte: www.futureofdriving.com

²⁵ Fonte: www.volvocars.it

La vettura è completamente diversa rispetto alle classiche automobili a partire dal propulsore, che è esclusivamente elettrico. Non sono presenti volante, pedaliera e cambio, sostituiti da sedili in grado di trasformarsi in letti o poltrone per riunioni; l'interno della vettura, dominato da grandi schermi e numerose superfici touch, è stato riprogettato per assumere funzioni differenti a seconda delle esigenze. Può trasformarsi in quattro potenziali ambienti, ovvero una stanza in cui dormire, un ufficio mobile, un salotto e uno spazio ricreativo.

L'auto sarà dotata di un sistema di comunicazione che permetterà agli altri utenti della strada e alle altre vetture autonome di comprendere cosa sta per fare la 360c.

Questo tipo di mobilità potrebbe svilupparsi sfruttando la *sharing economy*. Volvo stessa ritiene che aumenteranno le richieste per servizi di mobilità alternativi, che cambieranno il modo di viaggiare e di pianificare le città. Le auto garantiranno un'esperienza migliore dei sistemi di trasporto tradizionali come bus, treno e aereo con costi e impatto ambientale inferiori.



Figura 3.11 Volvo 360c, www.volvocars.it

3.8 Analisi brevettuale

Volvo ha sempre ritenuto l'innovazione come fonte di vantaggio competitivo. Il processo innovativo è valutato fondamentale per migliorare le competenze core e per realizzare prodotti sempre migliori dei precedenti. La comunicazione dell'azienda svedese ruota intorno al concetto di sicurezza, così come la maggior parte delle innovazioni. Volvo ha sempre investito molto in R&S, sebbene gli anni sotto il controllo di Ford non siano stati particolarmente produttivi per il marchio svedese, probabilmente a causa di una gestione poco elastica e poco dinamica.

Attraverso il database "PATENTSCOPE"²⁶ di proprietà della WIPO (World Intellectual Property Organization), ho cercato e esaminato i brevetti di Volvo; ne ho quindi analizzato il trend di pubblicazione nel periodo 2007-2017. L'intervallo di tempo è stato scelto per evidenziare gli effetti positivi sull'impegno innovativo legati al cambio di proprietà di Volvo nel terzo trimestre del 2010. Inoltre, come dimostrano diverse ricerche che mettono in correlazione la spesa in R&S e l'aumento dei ricavi, anche in questo caso si può assistere all'incremento della performance economica in relazione al maggior impegno innovativo.

ANNO	NUMERO BREVETTI
2007	17
2008	24
2009	25
2010	22
2011	48
2012	65
2013	113
2014	110
2015	189
2016	201
2017	192
Totale	1006

Basato su dati Patentscope

²⁶ Patentscope è uno tra i più grandi database, con 71 milioni di brevetti presenti

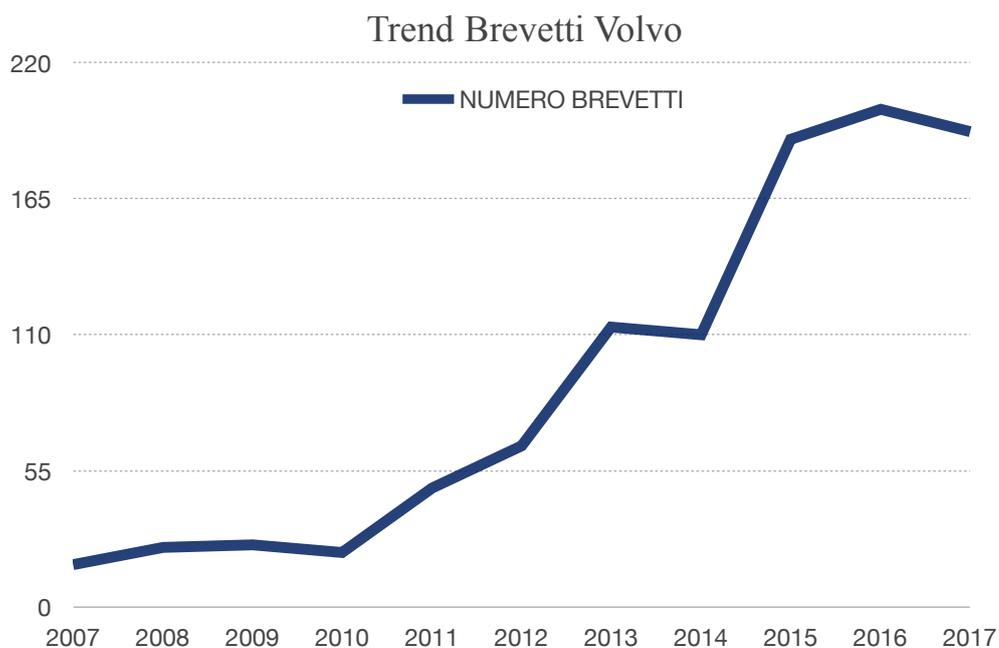


Figura 3.11 Personale elaborazione su dati Patentscope

Dall'elaborazione grafica appare evidente l'influenza positiva della nuova proprietà: dal 2011 i brevetti sono aumentati in media del 41% ogni anno, raggiungendo un totale di 1006 nel periodo di riferimento. I brevetti sono uno dei parametri utilizzati per misurare il livello d'innovatività di un'azienda. Dai dati raccolti si può evidenziare un forte impegno da parte di Volvo nella ricerca volta al miglioramento costante dei prodotti. Dopo averli analizzati in dettaglio, singolarmente, ho potuto osservare un numero rilevante di brevetti volto ad espandere le aree di competenza e i campi di conoscenza, probabilmente per essere in grado di comprendere ovvero anticipare le traiettorie di sviluppo future e le esigenze di mercato latenti.

Una misura ulteriore che può essere utilizzata per valutare l'impegno innovativo di un'azienda è il flusso di capitali destinato alle attività di R&S. Infatti, in alcuni settori, i brevetti registrati sono sensibilmente inferiori rispetto ad altre industrie, a parità di investimento economico. Per cui è molto utile indagare sia gli investimenti in valore assoluto che il loro andamento nel tempo.

Nello specifico ho estrapolato i dati analizzando i bilanci Volvo. Non è stato possibile reperire i dati antecedenti al 2011, probabilmente a causa di scelte strategiche della vecchia proprietà americana.

I dati presenti sono tuttavia sufficienti a valutare l'impegno in R&S della "nuova" Volvo, la cui proprietà dimostra l'importanza attribuita alla Ricerca & Sviluppo.

Ricerca e sviluppo

ANNI	R&D IN MSEK
2011	4.184
2012	6.289
2013	5.864
2014	7.193
2015	8.803
2016	10.174
2017	10.187

Costi di Ricerca e Sviluppo

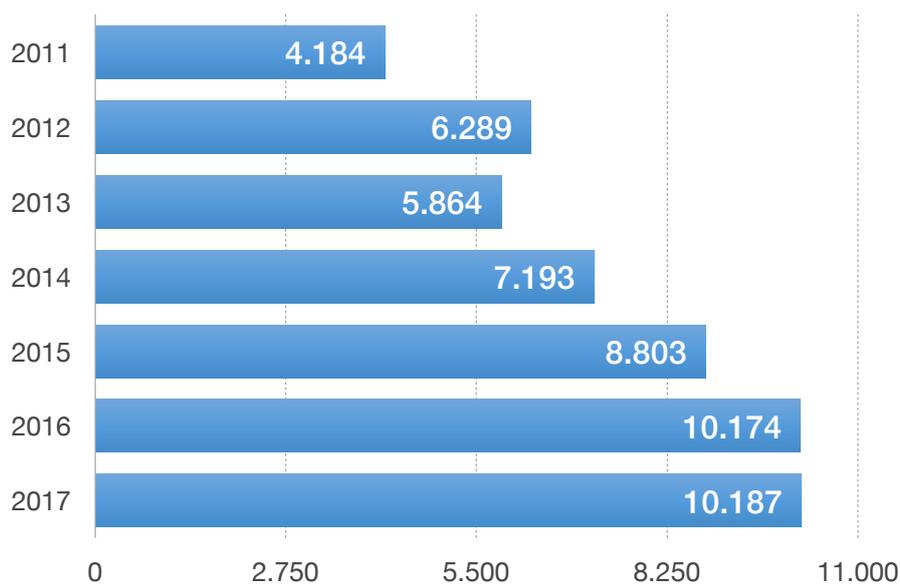


Figura 3.12 Costi di R&S in milioni di corone svedesi, bilanci ufficiali

I dati riportati sono espressi in milioni di corone svedesi. L'aumento medio su base annua nel periodo considerato è di circa il 17%: è certamente un dato importante, giustificato

dalle intenzioni strategiche, dichiarate dalla stessa azienda, di voler assicurarsi una posizione di spicco nel mercato di riferimento.

Lo studio è continuato analizzando i brevetti che Volvo ha sviluppato nell'ambito della guida autonoma nel medesimo periodo, al fine di valutarne l'interesse nel tempo e la numerosità rispetto al totale.

Non essendo presente nel database un meccanismo di ricerca abbastanza preciso, il lavoro ha richiesto lo studio e l'analisi manuale di ognuno dei 1006 brevetti trovati in precedenza, per individuarne con precisione quelli relativi agli ADAS o ai sistemi di guida autonoma. Anche in questo caso, quindi, ho usato i brevetti registrati su Patentscope. A margine è interessante precisare che tra i brevetti esaminati non inerenti ai sistemi di guida automatizzata, la maggior parte riguardano elettrificazione dei propulsori, comfort e, naturalmente, sicurezza.

Brevetti Volvo Guida autonoma
dal 2007 al 2017

ANNO	BREVETTI
2007	0
2008	4
2009	6
2010	6
2011	14
2012	6
2013	23
2014	19
2015	60
2016	44
2017	69
Totale	251

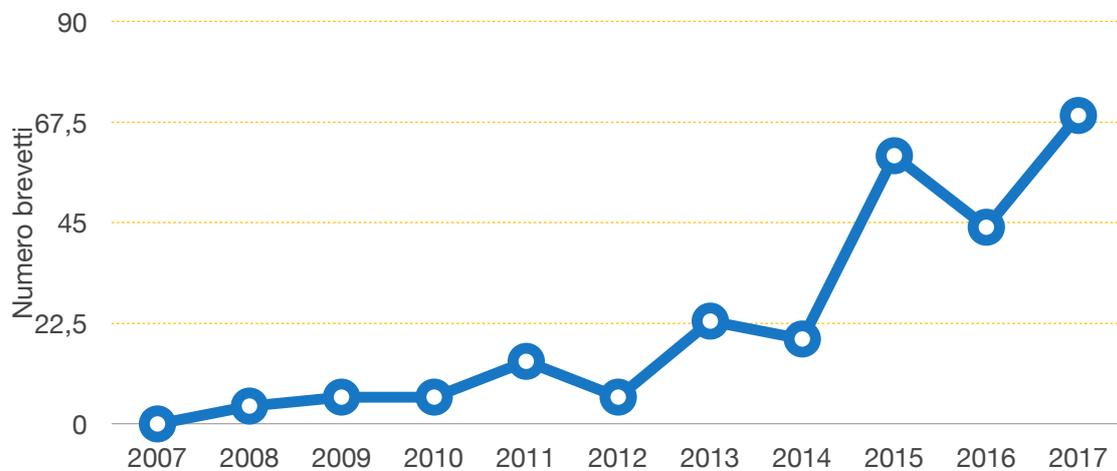


Figura 3.13 Personale analisi ed elaborazione su dati Patentscope

I nuovi brevetti aumentano in maniera repentina a partire dall'anno che sancisce il cambio di proprietà di Volvo. Gli incrementi più importanti si possono riscontrare a partire dal 2011, anno a partire dal quale i brevetti crescono mediamente del 35% ogni anno.

Il totale di brevetti del periodo 2007-2017 relativo agli ADAS e ai sistemi di Autonomous Drive è pari a 251, rappresentando circa il 25 % sul totale di brevetti registrati nel medesimo lasso di tempo. È significativo osservare la centralità nella strategia del produttore svedese rivestita da queste tecnologie, che assorbono circa $\frac{1}{4}$ dell'intera produzione brevettuale dell'ultimo decennio.

L'ultimo livello di analisi ha richiesto l'uso di Google Patent. Tutti i 251 brevetti sulla guida autonoma sono stati cercati sul database di Google per valutare la significatività degli stessi, analizzando le citazioni di ogni singolo brevetto. In totale, nonostante il poco tempo trascorso dalla pubblicazione, ci sono state già 1245 citazioni, circa 5 ciascuno, in media.

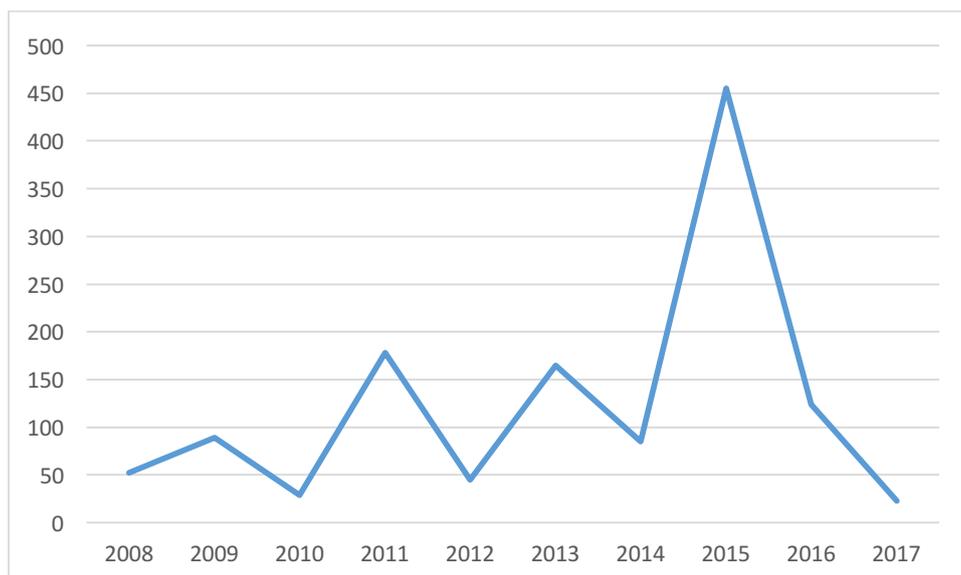


Figura 3.14 Citazioni brevettuali, personale elaborazione

Ancor più interessante è l'osservazione del trend delle citazioni. In genere i brevetti più datati hanno un maggior numero di citazioni perché, essendo passato più tempo, è più probabile che sia conosciuto. Nel caso esaminato invece accade il contrario, e il picco si registra nel 2015. Il fenomeno evidenzia che i brevetti prodotti nel 2015 hanno un valore particolarmente alto, specie se paragonati agli altri; sono anche dotati evidentemente di un forte carattere di novità. Il crollo di citazioni del 2017 è sicuramente attribuibile alla troppo giovane età dei brevetti, per cui non è rilevante.

Circa 2/3 di tutte le citazioni appartengono a imprese cinesi, mentre 462 sono relative ad aziende conosciute a livello globale. Non essendo propedeutico né utile per questa trattazione, sono stati escluse le citazioni delle imprese asiatiche e sono state analizzate le restanti.

Ford Global Technologies, Llc	112
Toyota	66
Robert Bosch Gmbh	48
Volkswagen	36
GM Global Technology Operations LLC	31
Honda Motor Co. Ltd	24
Audi Ag	21
Google	16

Jaguar Land Rover Ltd	15
UBER	12
Nissan Motor	10
Hyundai Motor Company	10
Peugeot Citroen Automobiles Sa	9
Daimler Ag	8
LG innotek	7
Waymo	7
Panasonic Corp	6
Renault	6
Sony Corporation	4
Autoliv	4
Mitsubishi	4
Microsoft	2
FCA US LLC	1
KAWASAKI	1
Jaguar cars	1
Samsung	1

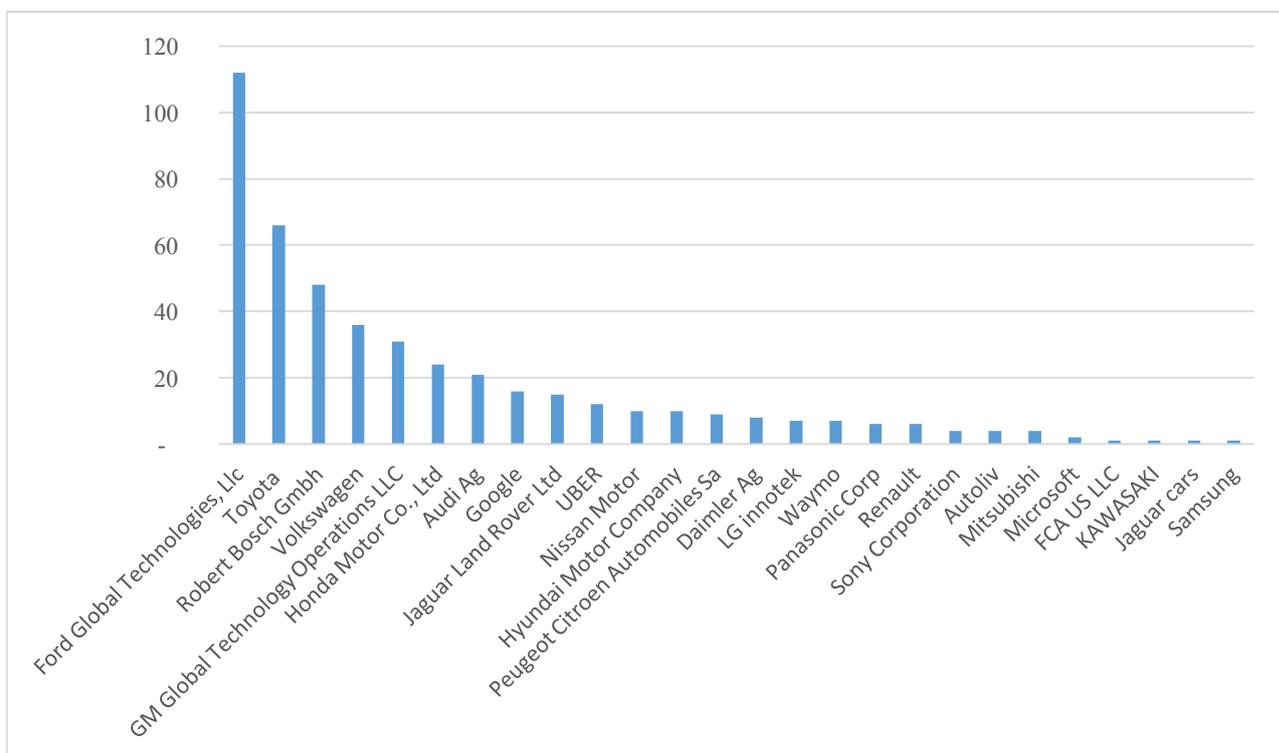


Figura 3.13 Diffusione dei brevetti, personale elaborazione

Con i dati raccolti è stato possibile studiare le connessioni instaurate con brevetti successivi e valutare il processo di diffusione delle innovazioni. La prima osservazione

possibile è che il numero di aziende che hanno fatto almeno una citazione è molto consistente. In tabella ne sono rappresentate 26, così suddivise:

- 14 produttori di automobili, con 323 citazioni
- 8 aziende IT, con 55 citazioni
- 3 fornitori, con 83 citazioni
- 1 produttore di motociclette, con 1 citazione

La maggior parte delle citazioni appartengono ad aziende del settore automobilistico. Nei primi due posti troviamo rispettivamente Ford e Toyota, e il dato osservato si rivela molto interessante. I due citati sono infatti costruttori generalisti, che propongono vetture a prezzi inferiori rispetto ai corrispettivi di fascia premium; per questo motivo le tecnologie che sviluppano non possono avere costi al pubblico particolarmente elevati. È quindi logico pensare che i brevetti citati siano stati propedeutici allo sviluppo di tecnologie efficaci ma non particolarmente costose da produrre o, seppur costose, capaci di una diffusione abbastanza ampia da abbattere i costi fissi.

Prima di metà classifica si collocano i costruttori premium Audi, Jaguar-Land Rover e Mercedes-Benz (Daimler AG). La loro presenza in misura non trascurabile, evidenzia che le imprese competitor dirette hanno basato una parte dello sviluppo delle loro innovazioni sui brevetti Volvo. Le innovazioni trovano quindi applicazione anche nel segmento premium, e sono in grado di generare un valore aggiunto elevato.

Infine è stato possibile osservare la numericamente rilevante presenza di aziende operanti nel settore IT; Google è la prima tra queste, con 16 citazioni. La presenza delle stesse, solitamente tra le più innovative al mondo, sottolinea la qualità delle competenze che Volvo ha acquisito e sviluppato.

3.8.1 Confronto con altri player di mercato

Qualsiasi analisi, per essere maggiormente significativa, necessita di essere contestualizzata. Per questo motivo è stato necessario effettuare un paragone con i principali attori attivi nel mercato in questo momento. La fonte dei dati utilizzati è il “Cologne Institute for Economic Research”, e si basa sull’analisi di 5.839 brevetti inerenti

sistemi di guida autonoma. I numeri riportati possono essere ritenuti attendibili, essendo stati utilizzati in vari paper accademici, presentazioni aziendali e progetti di società di consulenza; inoltre sono riportati in tutte le fonti consultate, tra i quali vari siti specialistici nell'analisi di dati. Il periodo esaminato parte dall'anno 2010 e termina nel luglio del 2017. Usando questo lasso temporale è possibile confrontare più correttamente Volvo che, occorre ribadirlo, ha subito un cambio di *governance* importante proprio nel 2010. Inoltre la ricerca ha ottenuto significativi sviluppi negli anni più recenti.

AZIENDA	BREVETTI
Bosch	958
Audi	516
Continental	439
Ford	402
General Motors	380
BMW	370
Toyota	362
Volkswagen	343
Daimler	339
Alphabet-Waymo	338
Volvo	251

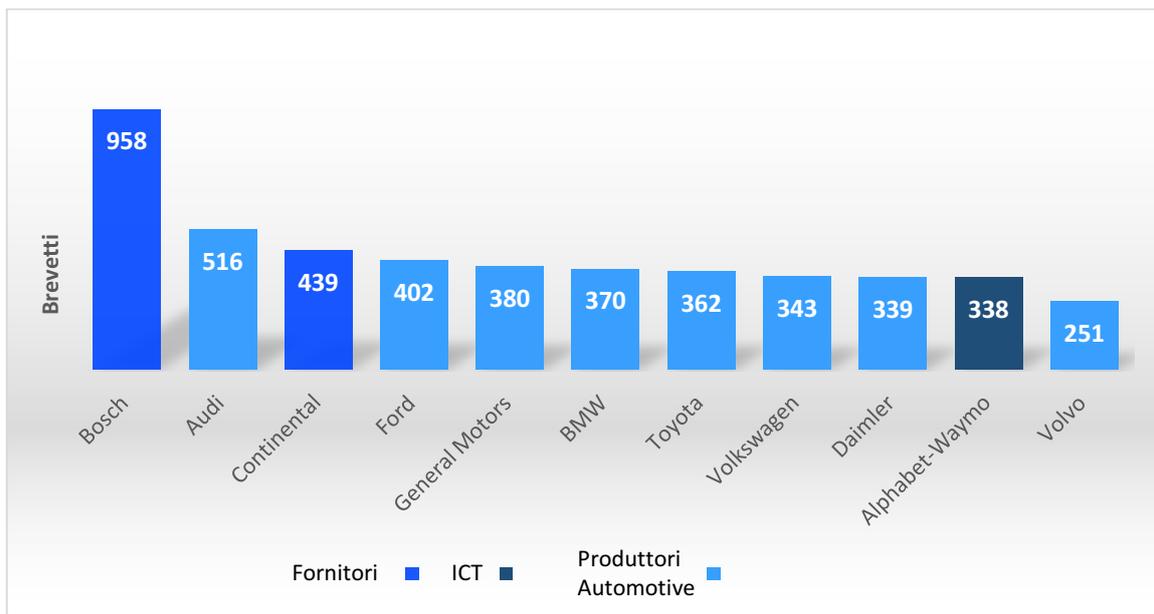


Figura 3.14 Aziende che brevettano di più sulle tecnologie di guida autonoma, Cologne Institute for Economic Research

La tabella mostra una serie di evidenze che necessitano di essere approfondite.

In primo luogo, tra le prime tre posizioni due sono occupate da aziende *supplier* nel mondo dell'automotive: Bosch detiene un largo primato, avendo registrato quasi il doppio di Audi, seconda in classifica; al terzo posto segue Continental. Sebbene possa apparire insolito, il fenomeno si spiega valutando i diversi modelli di business di fornitori e produttori. Nel primo caso, infatti, una parte significativa dei ricavi deriva proprio dalle licenze sui brevetti; invece nel secondo caso i ricavi non sono correlati direttamente con i brevetti registrati. Le aziende manifatturiere preferiscono infatti investire nello sviluppo di tecnologie proprie, prendendo in licenza le tecnologie necessarie. La produzione brevettuale è quindi molto più selettiva.

Altra sorpresa è rappresentata dalla partecipazione alla classifica da parte di Waymo, società di Google. È l'unica azienda tecnologica presente. La presenza del colosso tecnologico anticipa la futura area di sviluppo delle innovazioni nel settore automobilistico: connettività, intelligenza artificiale, interfaccia di sistema e gestione dei dati.

Osservando la nazionalità delle aziende presenti emerge che circa la metà dei brevetti appartengono a imprese tedesche, dotate di grande storia e tradizione nel settore automobilistico, oltre che tra le più grandi e prestigiose a livello mondiale.

A chiudere la classifica c'è Volvo, ma il dato non deve essere interpretato negativamente. In primo luogo è necessario precisare che l'azienda svedese ha vissuto una forte crisi durante il periodo Ford, e aveva gap importanti da colmare in tutti gli ambiti. Inoltre, come già visto, il numero di brevetti aumenta costantemente ogni anno. In pochi anni Volvo è uscita dalla crisi ed è già in grado di competere con i più importanti costruttori del mondo. Infine occorre menzionare la JV creata con Autoliv, che certamente sta producendo risultati non ancora pubblicati.

Capitolo 4

Prospettive di mercato per Volvo

4.1 Analisi mercato attuale

In questa fase l'analisi si è incentrata sullo studio del mercato attuale delle automobili premium, utilizzando i bilanci ufficiali dei principali competitor. Il mercato è stato rappresentato utilizzando il numero di veicoli venduti nel 2017 dai marchi considerati, calcolando di conseguenza la quota di mercato relativa di ognuno. I marchi scelti, sebbene non rappresentino completamente ed esaustivamente il mercato delle automobili premium, sono tuttavia i più significativi in termini di numero di auto vendute. Per rendere il lavoro più preciso e intellegibile i costruttori con basso volume d'affari relativo (quota di mercato inferiore all'1%) non sono stati quindi considerati.

È interessante osservare la presenza di alcune tra le aziende presenti nel confronto brevettuale precedente. Tra tutte è necessario ricordare che Mercedes-Benz sta collaborando in via esclusiva con Bosch, leader della precedente classifica, nello sviluppo di sistemi di guida assistita e autonoma.

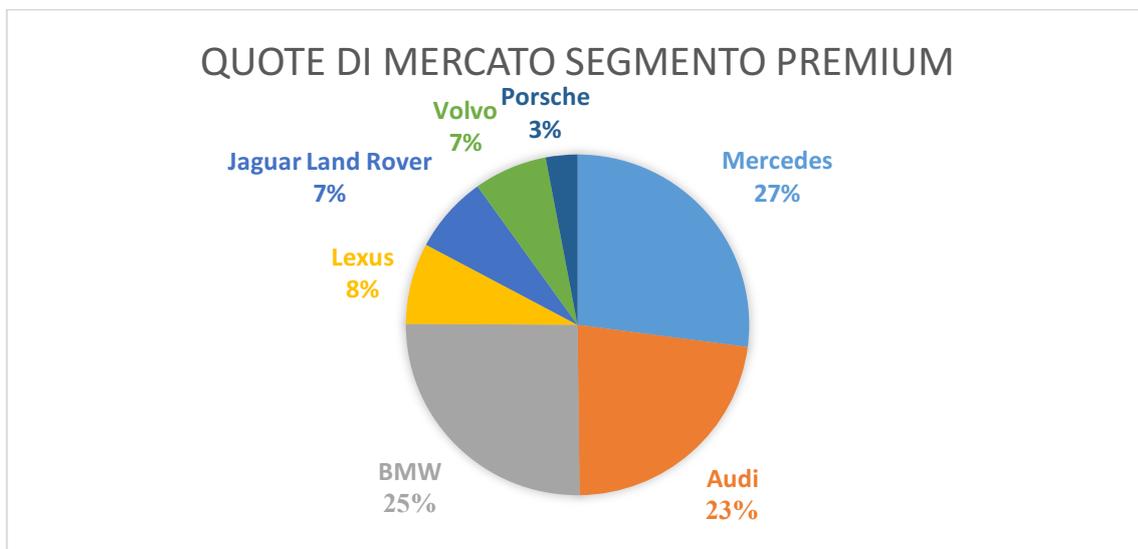


Figura 4.1 Quote di mercato, elaborazione personale su dati di bilancio ufficiali

Attualmente il mercato è dominato dalle 3 case tedesche, che hanno circa il 75% di *market share* cumulato. Mercedes-Benz nel 2017 è diventata la prima in termini di unità vendute; segue BMW e poi Audi. Molto staccate, quasi alla pari, si posizionano la giapponese Lexus, JaguarLandRover e Volvo, con Porsche che detiene la minore quota di mercato, molto probabilmente a causa di prezzi medi molto più elevati.

Al fine di comprendere come il mercato si sta sviluppando, risulta utile analizzare il trend dei dati di vendita di tutti i costruttori menzionati. Utilizzando i dati ufficiali dei report nel periodo 2011-2017, scelto per le ragioni discusse in precedenza, possiamo confrontare l'andamento delle vendite di tutti gli attori di mercato considerati.

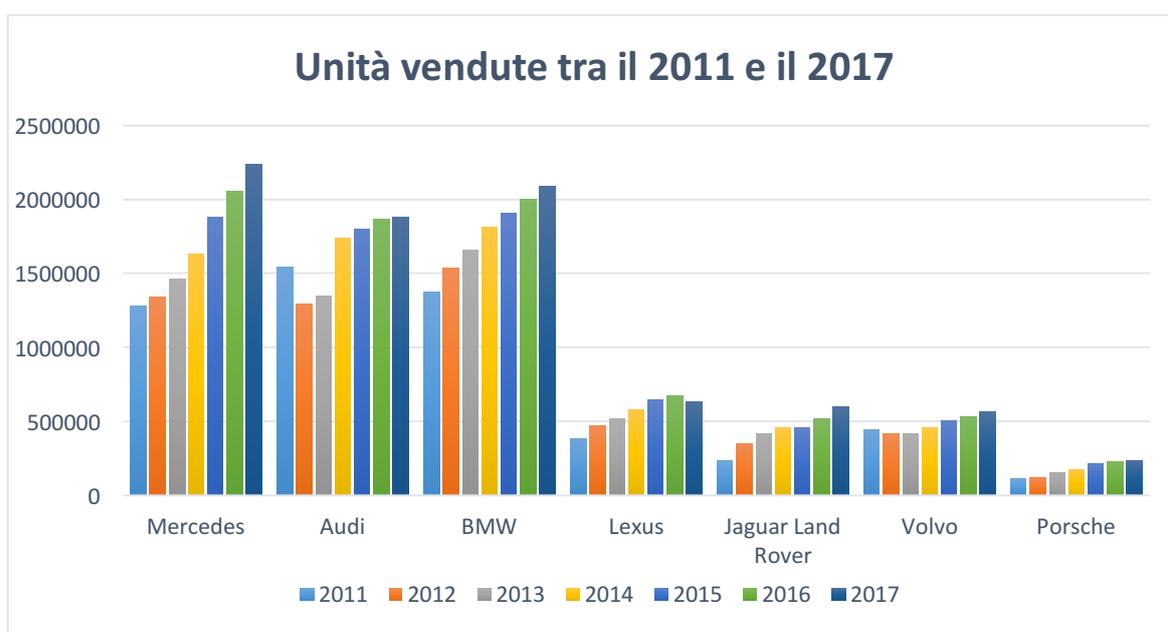


Figura 4.2 Trend unità vendute, elaborazione personale su dati di bilancio ufficiali

In primo luogo si osserva che le vendite sono tendenzialmente crescenti per tutti; in caso di eventuali dati negativi, il trend corregge e torna ad essere crescente l'anno successivo. Il mercato è in continua crescita dal 2011, e può essere significativo studiare l'eventuale correlazione esistente tra questo dato e la crescita del PIL mondiale nel periodo considerato e il cambiamento nella distribuzione della ricchezza.

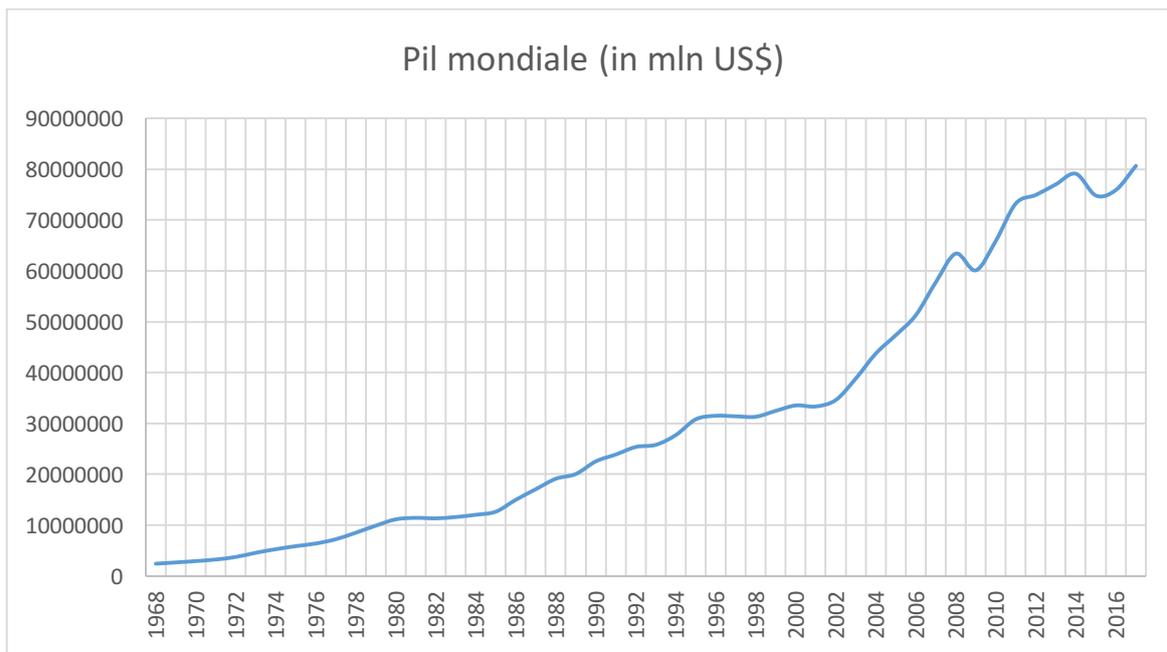


Figura 4.3 PIL mondiale negli anni, www.worldbank.org

La ricchezza mondiale prodotta, dopo la crisi del 2008, è tornata a crescere già nel 2010. Il Pil mondiale è in costante ascesa e il trend attualmente è positivo. Osservando l'andamento degli ultimi 50 anni, il grafico indica una tendenza positiva, nonostante delle piccole correzioni avvenute nell'ultimo periodo. Il trend è solido e ben delineato, per cui ci si può aspettare che continui nella stessa direzione, specie se si considera un orizzonte di tempo abbastanza ampio per minimizzare la volatilità di breve periodo. Inoltre, sebbene sia impossibile prevedere il futuro, la grande recessione del 2008, secondo per importanza solo a quella del 1929, ha portato alla creazione di numerose misure di prevenzione. Le principali banche centrali ad esempio, come Fed e BCE, hanno adottato misure di politica monetaria non convenzionale e sono preparate ad intervenire per evitare una nuova crisi di portata globale. È possibile quindi ipotizzare che il PIL continuerà a crescere a livello globale anche in un orizzonte temporale più ristretto.

Nel periodo 2011-2017 il PIL è aumentato complessivamente del 10%, con incrementi annui medi dell'1,6%; nello stesso periodo il mercato delle auto premium analizzato è aumentato del 43% complessivo, con incrementi annui medi del 7,34%.

Attraverso una regressione lineare è stata analizzata la presenza di correlazione tra l'ampliamento del mercato e la maggiore ricchezza mondiale.

Si vuole dimostrare che $Y = f(x) + \varepsilon$

Con $Y = \text{auto vendute}$, $x = \text{PIL}$

L'equazione della retta di regressione è: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_i$

con $i=1, \dots, N$

$\varepsilon_i = \text{errore casuale}$

$\beta_0 = \text{intercetta}$

$\beta_1 = \text{coefficiente angolare}$

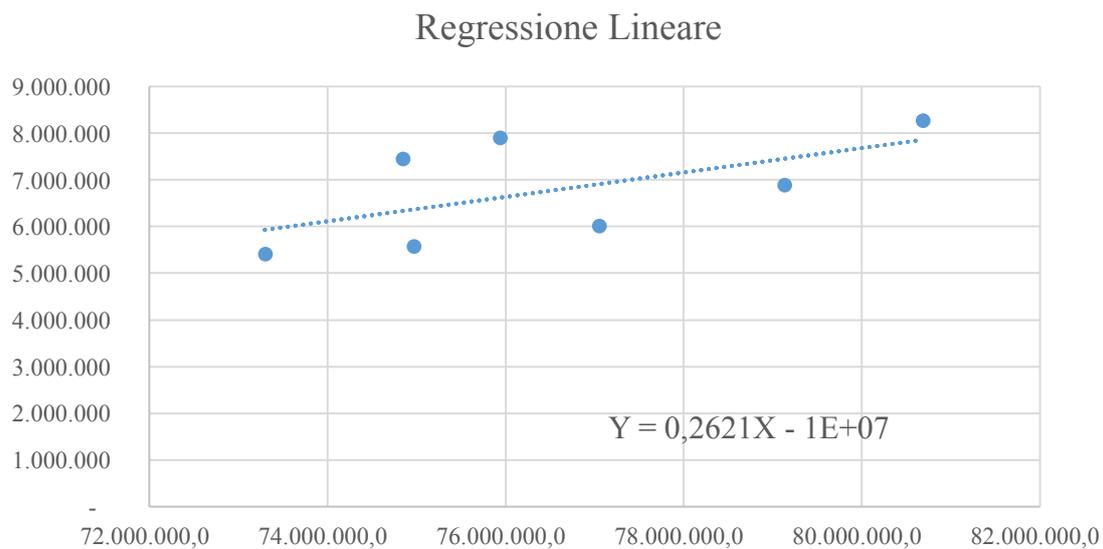


Figura 4.4 Regressione lineare

Il diagramma a dispersione indica una relazione lineare diretta tra l'aumento della ricchezza prodotta nel mondo e le vendite di automobili di fascia alta.

L'analisi della retta di regressione fornisce il modello :

$$Y = 0,2621X - 1E+07$$

Il coefficiente di correlazione è

$$\rho_{xy} = 0,59$$

Il coefficiente ρ_{xy} evidenzia una buona correlazione positiva.

Il modello non dimostra scientificamente che l'aumento del PIL provoca necessariamente l'incremento delle vendite, tuttavia la teoria economica postula l'esistenza di un legame

diretto tra la vendita di beni e l'aumento di ricchezza. Per questo motivo si può considerare fondata la conclusione cui si è giunti sulla relazione tra le due variabili.

Infine è possibile fare una considerazione ulteriore. Secondo il report Oxfam del 2017 è in costante crescita la disparità in tema di distribuzione di ricchezza. Secondo il rapporto l'1% più ricco della popolazione mondiale detiene più ricchezza del restante 99%, e più dell'80% dell'incremento di ricchezza mondiale ha riguardato l'1% più ricco. Inoltre gli incrementi di ricchezza prodotti riguardano un numero di persone sempre inferiore in valore relativo, ma crescente in valore assoluto. Il numero di nuovi milionari e nuovi miliardari infatti sta crescendo molto più rapidamente che in passato.

Questo contesto ha le potenzialità per promuovere la crescita dei mercati basati su prodotti ad alto valore aggiunto, come le automobili premium. Per i costruttori quindi il futuro potrebbe riservare importanti occasioni di business, con clienti sempre più attenti, informati ed esigenti.

4.2 Target 2020 e Vision 2020

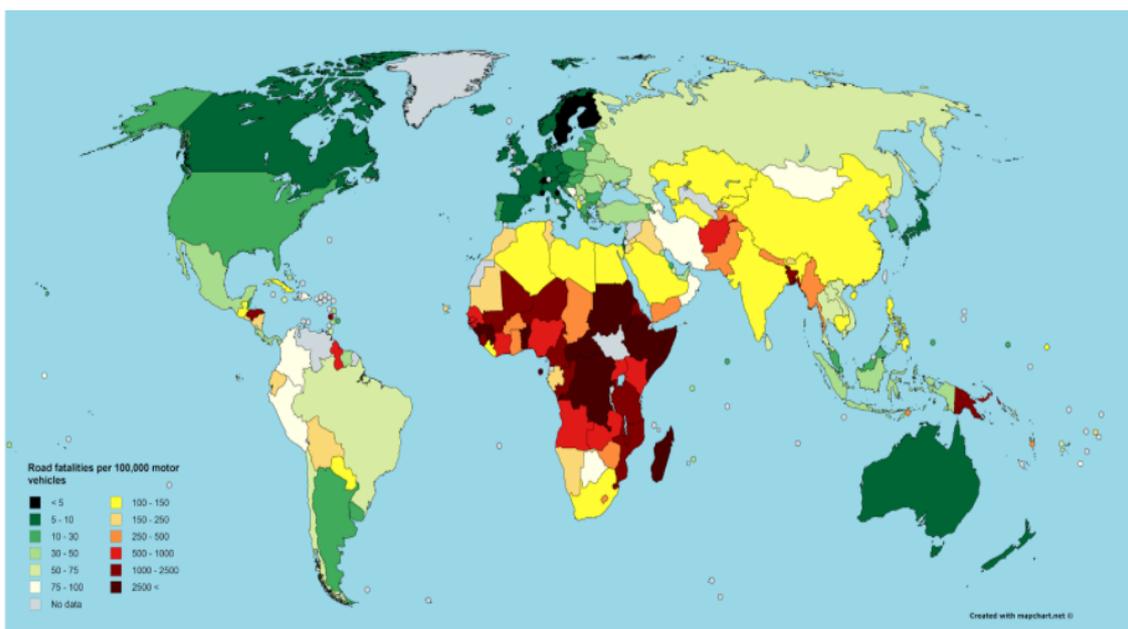


Figura 4.5 Incidenti automobilistici per area geografica, www.termometropolitico.it

Ogni anno circa 1000 persone perdono la vita a causa di incidenti aerei²⁷.

Ogni giorno nel mondo circa 3400 persone muoiono in un incidente stradale, mentre il bilancio di decessi sale a circa 1,25 milioni di persone all'anno²⁸.

Il 90% delle morti, come evidenziato nella figura precedente, avviene nei Paesi più poveri, con livelli di reddito pro-capite più bassi. È possibile spiegare la correlazione sia considerando le strade dei Paesi considerati, che versano pessime condizioni, sia considerando che il parco auto è costituito principalmente da auto poco sicure, sia a causa dell'obsolescenza che della scarsa manutenzione.

Tuttavia anche nei Paesi più sviluppati e ricchi il numero di morti in incidenti stradali non è trascurabile, sebbene i decessi siano calati costantemente negli anni. È rilevante l'analisi, svolta usando il database di statistica, del numero di decessi a causa di incidenti stradali in USA nel periodo 1975-2016. Il trend mostra una diminuzione del fenomeno nel periodo considerato fino al 2010, anno a partire dal quale rimane stabile fino al 2014; gli ultimi anni considerati evidenziano invece un preoccupante trend ascendente. Il mercato americano è molto importante per i costruttori di automobili, e presenta ampi margini di crescita certamente. La guida autonoma è in grado di diminuire drasticamente il numero di decessi, e il mercato americano è spesso il primo ad adottare nuove tecnologie. Il problema legato ai decessi stradali è un'occasione importante sia per le aziende che per la società nel suo insieme.

²⁷ Fonte: www.agi.com

²⁸ Fonte: Bloomberg Philanthropies

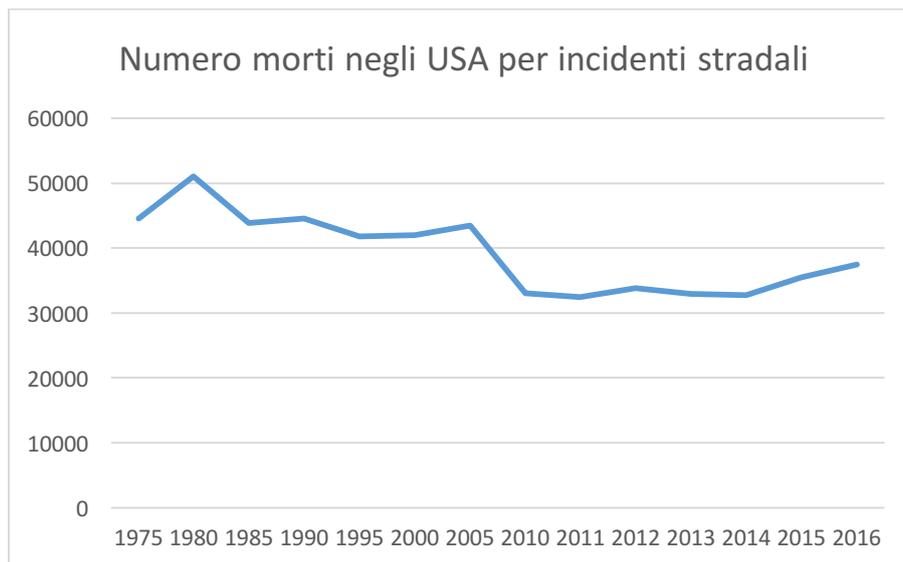


Figura 4.6 [www. statista.com](http://www.statista.com)

Anche in Europa il problema non è trascurabile, sebbene il numero di incidenti mortali sia in netta diminuzione negli ultimi anni.

Analizzando il grafico seguente è possibile notare la presenza di un obiettivo della Comunità Europea da raggiungere entro il 2020, il progetto Target 2020. Le strade europee sono le più sicure al mondo ²⁹: grazie all'impegno a livello locale, la UE è stata in grado di compiere enormi progressi. Tuttavia il trend di riduzione dei decessi ha subito un rallentamento rispetto al target a partire dal 2014.

Per ogni persona deceduta in un incidente stradale, altre cinque subiscono gravi lesioni con conseguenze che gli cambiano la vita, e che costituiscono anche un costo ingente per la società, a causa delle spese sanitarie. La Commissione stima che 135.000 persone siano gravemente ferite sulle strade europee ogni anno, la maggior parte delle quali sono utenti della strada vulnerabili, ossia pedoni, ciclisti e conducenti di veicoli a motore a due ruote.

²⁹ http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-18-2762_en.htm

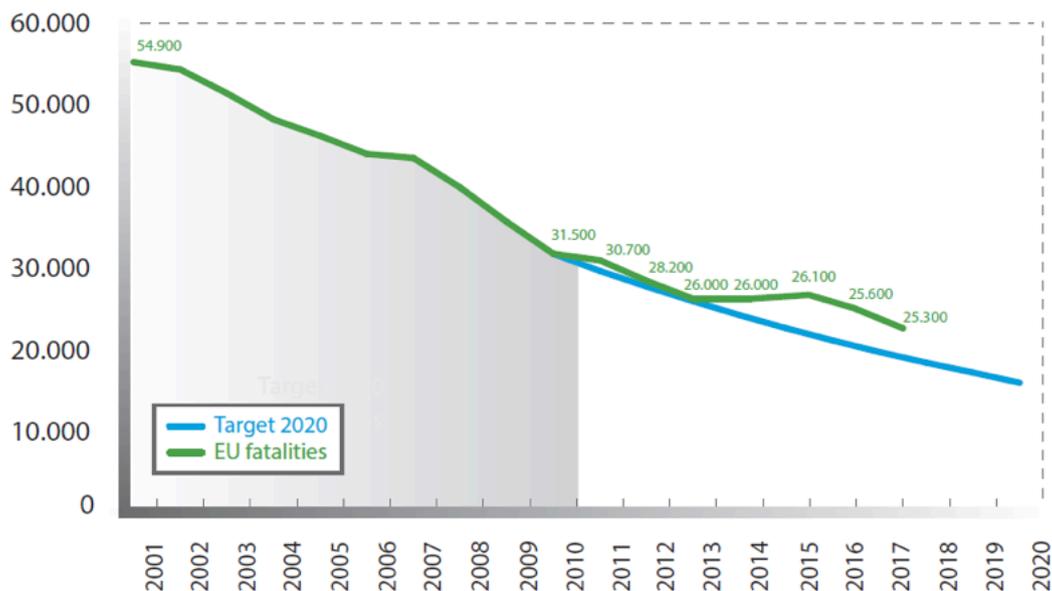


Figura 4.7 Target UE 2020, EU Road accidents database

Prendendo il 2010 come base, il progetto mira a ridurre del 50% la mortalità entro il 2020³⁰. La reale diminuzione del numero di decessi non è attualmente in linea con quanto auspicato: la Commissione Europea, nel documento, pone l'enfasi sull'apporto fondamentale che verrà dato dai sistemi autonomi nel raggiungimento dell'ambizioso obiettivo.

La similitudine di intenti tra il progetto europeo e Vision 2020 di Volvo è evidente, e la sempre maggior attenzione nei confronti della sicurezza può portare l'azienda svedese a conquistare un posizionamento unico e duraturo all'interno del mercato delle automobili di fascia alta, grazie alla reputazione che ha sviluppato nel corso di quasi un secolo di storia. Inoltre Volvo, disponendo di un centro di ricerca preposto allo studio degli incidenti, è una tra le aziende più preparate e con più esperienza.

³⁰https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/road_safety_citizen/road_safety_citizen_100924_en.pdf

4.3 Previsione di mercato

Dopo aver analizzato e studiato la grande esperienza e leadership detenuta da Volvo nella sicurezza, e dopo aver compreso l'impatto sociale legato alla mortalità sulla strada, è possibile affermare che l'azienda svedese si trovi in una posizione competitiva privilegiata.

I principali dibattiti sulla guida autonoma, infatti, hanno al centro la sicurezza e la drastica riduzione dei decessi negli incidenti stradali, argomenti ampiamente trattati in letteratura, nei report e negli ambienti governativi.

È tuttavia necessario e fondamentale comprendere quali sono le tematiche che i futuri potenziali clienti associano alla guida autonoma. Per questa indagine è stato usato Google Trends. Inserendo "autovettura autonoma" come tematica e ampliando l'indagine a tutto il mondo, è stato possibile osservare le ricerche maggiormente svolte su Google negli ultimi 12 mesi.

Il Paese più attivo in assoluto è la Cina, seguita dal Giappone, mentre gli Stati Uniti sono al quarto posto. Le ricerche che hanno subito un incremento percentuale maggiore sono per il 90% inerenti alla tematica "auto autonoma uccide pedone", probabilmente a causa del clamoroso incidente di Uber. La maggior parte delle ricerche sono inerenti ad aspetti legati alla sicurezza e al controllo delle nuove tecnologie. Le persone appaiono interessate all'argomento, infatti le ricerche sono crescenti nel tempo; tuttavia gli argomenti correlati evidenziano una generale preoccupazione legata all'affidabilità dei nuovi sistemi.

Per questo motivo si crea la possibilità per Volvo di migliorare il proprio trend di crescita in misura maggiore rispetto alla concorrenza. Il brand svedese ha anche dichiarato di essere interessato ad entrare nel business della mobilità del futuro basato su formule di *car sharing* personalizzate, espandendo la platea di potenziali clienti.

Ritenendo quindi Volvo l'azienda meglio posizionata per sfruttare le opportunità che si profileranno con la progressiva implementazione della guida autonoma, si è svolta una previsione basata sui dati di vendita già in possesso, considerando il maggior incremento possibile permesso dal modello previsionale per Volvo.

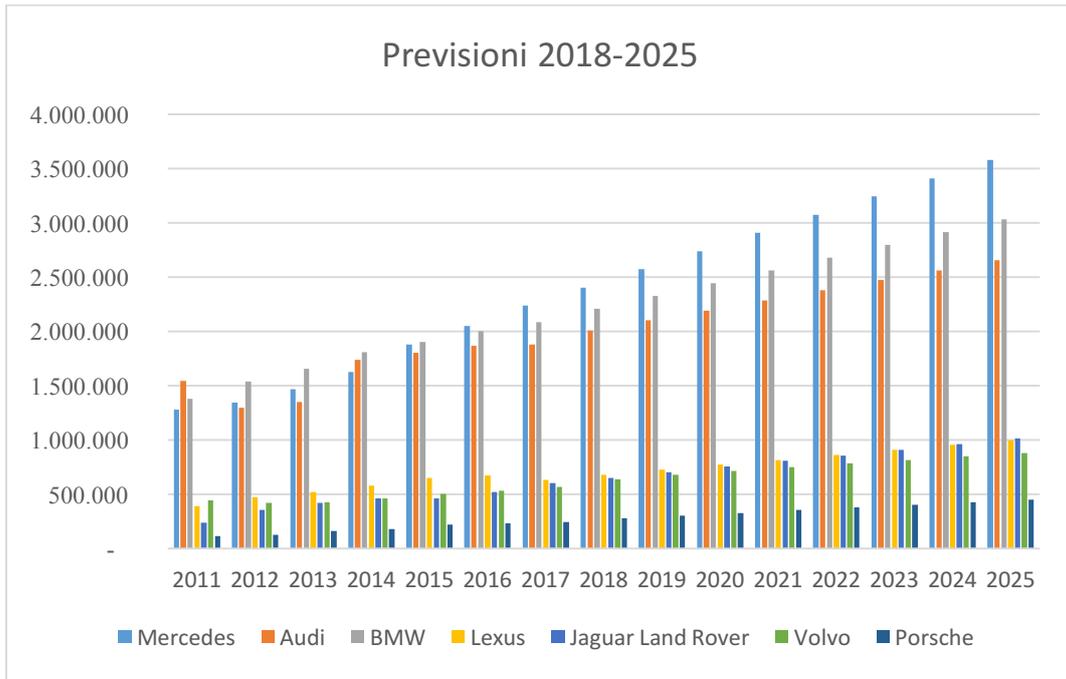


Figura 4.8 Previsioni 2018-2025

Tramite excel si è utilizzata la funzione di previsione, che è partita dai dati immessi per eseguire una proiezione nel tempo. La proiezione è compresa tra due intervalli di confidenza, uno superiore e uno inferiore. Ipotizzando quindi che Volvo possa preformare meglio che in passato, è stato considerato come output del modello il limite di confidenza superiore (esclusivamente per il produttore svedese). Per gli altri costruttori si è considerato il valor medio degli estremi di confidenza, ipotizzando quindi che le performance del passato possano ripetersi, in media, con la stessa intensità.

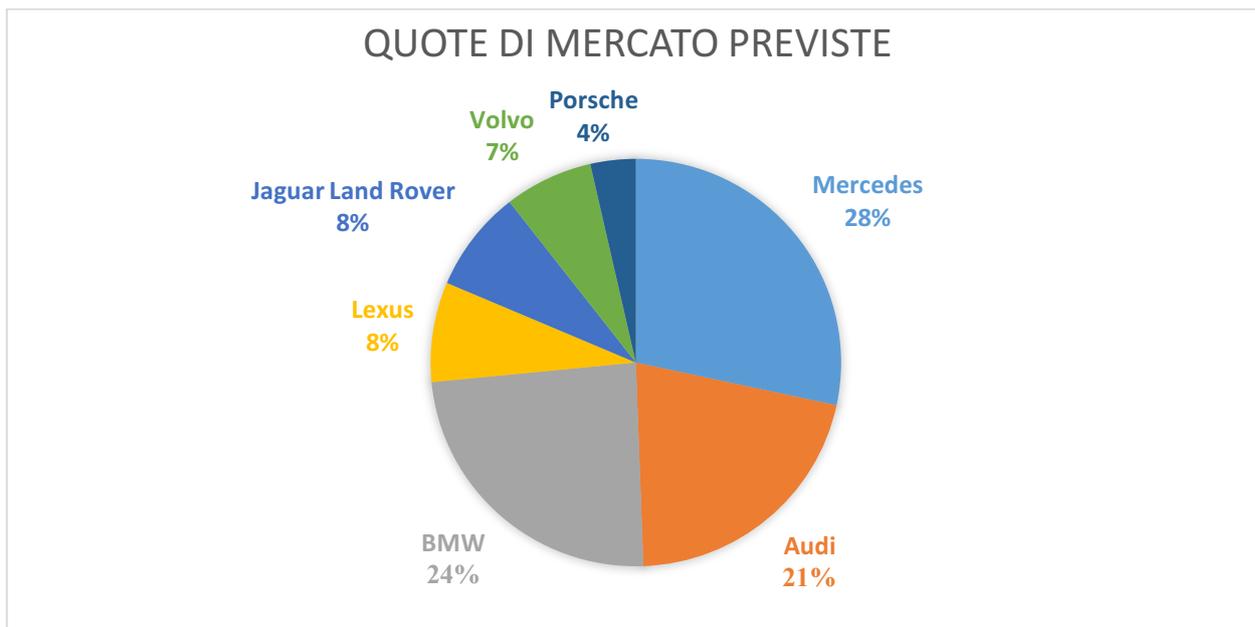


Figura 4.9 Quote di mercato previste

Secondo il modello³¹:

- Volvo avrà una quota di mercato invariata del 7%
- Mercedes segna un incremento pari all'1%
- Audi perde il 2%
- BMW perde l'1%
- JLR guadagna l'1%
- Porsche segna un aumento dell'1%
- Lexus mantiene la stessa quota di mercato

Nonostante in termini relativi non ci sia stato un progresso, in valori assoluti le auto svedesi vendute aumentano del 43% nel periodo considerato: un tasso di crescita che, è necessario precisare, è riferito a un produttore che ha vissuto un periodo di grande crisi meno di 10 anni fa. Tutti gli altri produttori, inoltre, hanno una dimensione decisamente più elevata, e parte si è rivelata superiore anche nella produzione innovativa.

³¹ Non si è considerato l'effetto dazi provocato dall'amministrazione Trump. Si è deciso di non includere la guerra commerciale nel modello a causa delle oggettive difficoltà nell'effettuare una stima corretta in un contesto di tensioni crescenti e poco prevedibili.

La direzione strategica intrapresa da Volvo la vede impegnarsi per diventare una realtà solida nel mercato delle auto premium. La guida autonoma offre certamente la possibilità di crescere a ritmi molto elevati, diventando una reale alternativa alle automobili tedesche.

Il modello, che presuppone una realtà molto semplificata e priva di imprevisti, non ha ovviamente la presunzione di prevedere con precisione lo sviluppo di un mercato così importante, in un arco di tempo così lungo. Offre la possibilità di riflettere, e valutare.

La possibilità di comprendere e valutare la strada intrapresa da un'azienda in crisi, che in pochi anni è riuscita a creare una nicchia di mercato che la preferisce alle altre; in pochi anni ha lavorato per valorizzare le competenze che da sempre la caratterizzano per poter competere ad armi pari con le temibili concorrenti tedesche, restando sempre fedele alla sua missione originaria: salvare delle vite umane.

Conclusion

Nei capitoli precedenti è stato introdotto il tema dell'innovazione, studiandone i principali aspetti teorici. Si è potuto comprendere che esistono innovazioni di vari tipi, e che la classificazione risente spesso di fattori soggettivi. Si è studiato il processo attraverso cui un'idea diventa un'innovazione, e si è compreso che è un iter lungo e tortuoso. Grazie alla curva ad S si è compreso cosa spinge le imprese a investire in una determinata tecnologia, si è acquisita la consapevolezza del meccanismo teorico insito dietro il miglioramento della performance tecnologica. Tramite il modello di Anderson e Tushman si è studiato il concetto di design dominante, le sue caratteristiche e il suo significato. L'effetto network e la massa critica sono stati fondamentali nel comprendere che la guida autonoma beneficerà di vantaggi incrementali per ogni nuovo utilizzatore della tecnologia. Le strategie di collaborazione sono state propedeutiche a comprendere le ragioni strategiche insite nelle scelte dei principali player di mercato.

La trattazione si è spostata sull'analisi della guida autonoma, coprendo le tecnologie utilizzate e i livelli di automazione, con un approfondimento sui mutamenti nel design delle automobili. Si sono enunciate le normative, ed è stato interessante valutare i benefici e le problematiche dell'innovazione. L'analisi del mercato ha evidenziato che la guida autonoma rappresenta una tra le più grandi innovazioni nella storia dell'uomo. L'introduzione dei primi veicoli autonomi porterà cambiamenti nella società difficilmente prevedibili, e le imprese che saranno coinvolte nella rivoluzione della mobilità avranno la possibilità di ricavarne profitti elevatissimi. Il mercato ha un valore di 7 trilioni di dollari secondo Strategy Analytics: tutte le aziende analizzate stanno sviluppando il loro sistema proprietario, per offrire una proposta di valore unica e inimitabile. Nessuno dei più importanti attori di mercato sta valutando di adottare soluzioni acquistate all'esterno. Dalla trattazione emerge che la sfida principale cui le aziende devono far fronte è garantire la sicurezza assoluta in ogni condizione. L'azienda che meglio rispecchia le caratteristiche richieste dal mercato è Volvo. Nell'elaborato viene evidenziata la tradizione che ha il brand svedese nei sistemi di sicurezza, e viene descritto l'approccio alla guida autonoma del marchio svedese.

Per comprendere l'importanza attribuita ai suddetti sistemi autonomi, sono stati analizzati 1006 brevetti prodotti nel periodo 2007-2017, e ne sono stati estrapolati 251 inerenti a sistemi ADAS/AD (Autonomous Drive). Successivamente si è studiata la diffusione dei brevetti, e si è proceduti a compararli con quelli delle maggiori imprese per numero di *patent*.

La fase di analisi successiva è stata rivolta alla descrizione del mercato attuale delle automobili premium, di cui si è studiato l'andamento in termini di volumi nel periodo 2011-2017. Si è cercata una correlazione tra il GDP mondiale e la variazione riscontrata. Infine, tramite un modello previsionale, si è provato a ipotizzare i benefici che Volvo può trarre dalla guida autonoma, sfruttando il suo know-how in ambito di sicurezza.

Dall'analisi è emerso che il numero di brevetti depositati da Volvo ha andamento crescente nel tempo, così come la spesa in R&S. La nuova proprietà cinese dimostra quindi di essere molto attenta all'innovazione tecnologica. Molto interessante si è rivelato il risultato sulle analisi delle citazioni: ha permesso di evidenziare come la tecnologia si diffonda sia tra player che presidiano fasce di mercato diverse, sia fra attori appartenenti a industry diverse da quella automobilistica. Inoltre si è riscontrato un più elevato numero di citazioni per brevetti recenti, evidenziano il maggior valore degli stessi rispetto a quelli precedenti.

Il confronto con le maggiori imprese per numero di brevetti è stato utile a comparare l'attività innovativa di Volvo con quella dei più importanti soggetti innovatori. Sebbene si sia collocata in ultima posizione, l'analisi prima condotta ha evidenziato un trend crescente: la posizione di Volvo può quindi essere positivamente interpretata in chiave prospettica.

Dall'analisi di mercato è emersa la predominanza delle tedesche Audi, BMW e Mercedes-Benz; il mercato è risultato crescente e positivamente correlato con la crescita della ricchezza mondiale. Dopo aver esaminato le evidenze sui decessi a causa di incidenti stradali, l'ultima fase di analisi voleva comprendere in che misura Volvo potesse trarre vantaggio dall'esperienza maturata in ambito sicurezza. Dal modello emerge che la strategia del produttore svedese mostra di essere solida e con una direzione ben precisa. L'analisi dei risultati, che ovviamente rappresentano uno scenario molto semplificato

della realtà, evidenzia che Volvo ha le potenzialità per competere ad armi pari con le più grandi aziende del settore.

Restando coerente con i propri valori, e perseguendo una strategia basata sull'innovazione e sulla valorizzazione delle risorse e delle competenze, Volvo dimostra che anche un'azienda in crisi, nel giro di qualche anno, può arrivare a competere stabilmente con i leader di mercato. Si evidenzia anche una correlazione positiva tra l'aumento dei ricavi e l'incremento di spesa in R&S.

Bibliografia

- Accenture Mobility (2017) - Autonomous Vehicles: Plotting a route to the driverless future - [Report](#)
- Annection (2018) - Autonomous Driving – [Report](#)
- ARUP (2017) Autonomous connected, electric and shared vehicles: Reimagining transport to drive economic growth – [Report](#)
- BCG (2017) - The Reimagined Car: Shared, Autonomous and Electric – [Report](#)
- Camera dei Deputati, Servizio Studio (2017) - La mobilità del futuro: l'auto a guida autonoma - [Dossier](#)
- Corporate Vehicle Observatory di Arval Italia (2016) - Le auto a guida autonoma: siamo già nel futuro? – [Report](#)
- European Commission (2010) - Towards a European road safety area, policy orientations on road safety 2011-2020 – [Report](#)
- Evans S. & Schmalensee R. (2016) - Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms
- Fontana F. & Boccardelli P. (2015) - Corporate Strategy: una prospettiva organizzativa e finanziaria per la crescita. Hoepli
- Frost & Sullivan (2018) - Global Autonomous Driving Market Outlook, 2018 - Report

- International Transport Forum (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under uncertainty – [Report](#)
- KPMG (2012) Self-driving cars: The next revolution - [Report](#)
- KPMG (2015) - The future of the car - [Report](#)
- KPMG International (2018) - Autonomous Vehicles Readiness Index - [Report](#)
- Marketline (2013) - Volvo: The safest car in the world - Case Study
- Massachusetts Institute of Technology, MIT (2011) - Reinventing the Automobile: Personal Urban Mobility for 21st Century - [Research](#)
- Maurer M. & Gerdes C.J. (2015) – Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects, Springer Open
- McNichol A. L. for The Nals Magazine for Legal Professionals (2017) - Self-Driving Cars: Where No One's in the Driver's Seat, Who's in Charge? - [Article](#)
- Morgan Stanley Investment Management (2017) - Veicoli a guida autonoma - [Report](#)
- Oslo Manual (2005) - Guideline for collecting and interpreting innovation data, 3rd Edition - [Paper](#)
- Parlamento Europeo, Studio per la commissione Trasporti, Direzione Generale Delle Politiche Interne (2016) - Veicoli autonomi: il futuro dei trasporti su strada? - [Study](#)
- SAE International (2016) - Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - [Document](#)

- Schilling M. A. & Izzo F. (2012) - Gestione dell'innovazione, Terza Edizione, McGraw-Hill
- Schumpeter J. A. (1934) - The Theory of Economic Development: an inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle, Harvard Economic Studies
- Schumpeter J. A. (1942) - Capitalism, Socialism and Democracy
- Strategy Analytics (2017) - Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy – [Report](#)

Sitografia

- 46 Corporations Working On Autonomous Vehicles
Link: <https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/>
Accesso: 14/09/2018
- Accelerating the future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy – Strategy Analytics
Link: https://newsroom.intel.com/newsroom/wp-content/uploads/sites/11/2017/05/passenger-economy.pdf?cid=em-elq-26916&utm_source=elq&utm_medium=email&utm_campaign=26916&elq_cid=1494219
Accesso: 28/06/2018
- Apple – Volkswagen: alleanza di colossi per l'auto a guida autonoma
Link: http://www.repubblica.it/economia/2018/05/24/news/apple-volkswagen-alleanza-di-colossi-per-l-auto-a-guida-autonoma-197222514/?refresh_ce
Accesso: 14/09/2018
- Auto a guida autonoma: a che punto siamo?
Link: <https://tg24.sky.it/tecnologia/2018/02/15/guida-autonoma.html>
Accesso: 28/06/2018
- Auto a guida autonoma, i problemi etici sollevati dall'incidente di Uber
Link: <https://www.wired.it/lifestyle/mobilita/2018/03/23/auto-guida-autonoma-uber>
Accesso: 14/09/2018

- AUTO A GUIDA AUTONOMA, LA FORD VA ANCHE AL BUIO
 Link: <https://www.bsautoservice.it/auto-a-guida-autonoma-la-ford-va-anche-al-buio/>
 Accesso: 24/06/2018
- Auto a guida autonoma, presente e futuro delle self driving cars
 Link: https://www.automobile.it/magazine/mobilita-sostenibile/self-driving-cars-1677#dilemma_etico
 Accesso: 21/09/2018
- Auto, Renault-Nissan diventa il primo costruttore del mondo
 Link: <https://www.ilsole24ore.com/art/motori/2018-01-30/l-alleanza-renault-nissan-diventa-primo-costruttore-mondo-battute-vw-e-toyota-100710.shtml?uuid=AEqtOJrD>
 Accesso: 28/06/2018
- Automobili che si guidano da sole, pro e contro
 Link: <https://www.fastweb.it/web-e-digital/automobili-che-si-guidano-da-sole-pro-e-contro>
 Accesso: 14/09/2018
- Bloomberg Philanthropies
 Link: <https://www.bloomberg.org/>
- Breve storia del motore
 Link: <https://www.quotidianpost.it/breve-storia-motore>
 Accesso: 30/09/2018
- Cruise AV, nel 2019 l'elettrica GM senza volante ne pedali
 Link: <https://www.motorbox.com/tecnologia/gm-cruise-av-nel-2019-lelettrica-autonoma-senza-volante-ne-pedali>
 Accesso: 22/06/2018

- European Commission – 2017 road safety statistics: What is behind the figures?
Link: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-18-2762_en.htm
- FCA fornirà 62 mila Chrysler Pacifica ibride a Google per guida autonoma
Link: <https://www.clubalfa.it/38603-fca-chrysler-pacifica-guida-autonoma>
Accesso: 01/07/2018
- Ford crea una società ad hoc per la guida autonoma
Link: https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2018-07-24/ford-crea-societa-ad-hoc-la-guida-autonoma--191550.shtml?uuid=AEo3pmRF&refresh_ce=1
Accesso: 24/06/2018
- GDP, World Bank
Link: <https://data.worldbank.org/indicator/ny.gdp.mktp.kd.zg>
Accesso: 29/09/2018
- GM will make an autonomous car without steering wheel or pedals by 2019
Link: <https://www.theverge.com/2018/1/12/16880978/gm-autonomous-car-2019-detroit-auto-show-2018>
Accesso: 22/09/2018
- GM, un'auto a guida autonoma senza volante nel 2019
Link: <https://tg24.sky.it/tecnologia/2018/01/12/gm-auto-guida-autonoma-2019.html>
Accesso: 22/06/2018
- Google Patent
Link: <https://patents.google.com>
- Google Trend
Link: <https://trends.google.it/trends>

- I 32 progetti sull'auto a guida autonoma in tutto il mondo
 Link:https://www.corriere.it/tecnologia/automotive//cards/i-32-progetti-sull-auto-guida-autonoma-tutto-mondo/elenco-cb-insights_principale.shtml
 Accesso: 14/09/2018
- Infotainment, Lessico del XXI Secolo, 2012
 Link:[http://www.treccani.it/enciclopedia/infotainment_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)](http://www.treccani.it/enciclopedia/infotainment_(Lessico-del-XXI-Secolo))
 Accesso: 27/08/2018
- La vera storia dell'auto autonoma
 Link:<https://www.wired.it/gadget/motori/2016/01/20/vera-storia-auto-autonoma/>
 Accesso: 31/05/2018
- La scoperta casual porta al progresso; dalla penicillina all'aspartame: le storie di prodotti di successo planetario che dobbiamo a scherzi del destino
 Link:https://www.corriere.it/Primo_Piano/Scienze_e_Tecnologie/2006/03_Marzo/06/scoperte.shtml
 Accesso: 04/09/2018
- Less mapping, more intelligence. End to end machine learning.
 Link: <https://wayve.ai/>
- Nismo: la storica divisione sportiva Nissan che ha dato origine alla GT-R
 Link: <https://www.automoto.it/news/nismo-la-storica-divisione-sportiva-nissan-che-ha-dato-origine-alla-gt-r.html>
 Accesso: 28/06/2018
- Nuova Audi A8, prove di guida autonoma

Link: https://www.repubblica.it/motori/sezioni/attualita/2017/09/10/news/audi_ai_traffic_jam_pilot_addio_volante-174921946/

Accesso: 01/07/2018

- Self-Driving Robot Navigation Methodology Explained

Link: <https://aethon.com/our-navigation-methodology-explained/>

Accesso: 28/07/2018

- Storia Volvo

Link: <http://www.volvoclassic.it/storia-volvo/>

- Top 10 auto più vendute della storia

Link: <https://motori.virgilio.it/auto/fotonotizia/le-10-auto-piu-vendute-della-storia/109624/attachment/top-10-auto-piu-vendute-della-storia-9-ford-fiesta/>

Accesso: 10/06/2018

- Vehicle emissions and air quality

Link: <https://www.epa.vic.gov.au/your-environment/air/vehicle-emissions-and-air-quality>

Accesso: 30/09/2018

- Volvo Car

Link: www.volvocar.it

Link: www.volvocar.com

- Volvo Cars Picks Citi, Goldman, Morgan Stanley on IPO

Link: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-10/volvo-cars-owners-said-to-select-banks-for-initial-share-sale>

Accesso: 10/09/2018

- Volvo Cars presses ahead with initial public offering

Link: <https://www.ft.com/content/6083b0e4-a150-11e8-85da-eeb7a9ce36e4>

- Volvo, Future of driving
Link: www.futureofdriving.com
- Volvo, la storia della Casa svedese
Link: <https://www.panorama-auto.it/auto-classiche/auto-story/storia-volvo>
- VOLVO - Trademark Details
Link: <https://trademarks.justia.com/761/43/volvo-76143318.html>
- Volvo will run a public test of self-driving cars with 100 real people in 2017
Link: <https://www.theverge.com/2015/2/23/8091455/volvo-drive-me-self-driving-car-test-2017>
Accesso: 28/08/2018
- Wipo, Patentscope: Search International and National Patent Collections
Link: <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>

Riassunto

Capitolo 1 Framework teorico

L'innovazione è definita dall'OCSE e dalla Commissione Europea come "l'implementazione di un prodotto (sia esso un bene o servizio) o di un processo, nuovo o considerevolmente migliorato, di un nuovo metodo di marketing, o di un nuovo metodo organizzativo con riferimento alle pratiche commerciali, al luogo di lavoro o alle relazioni esterne". L'innovazione è la dimensione applicativa dell'invenzione. Secondo Schumpeter (1942)³² l'innovazione impatta sul ciclo economico, tramite un meccanismo che lui definisce "distruzione creatrice": le innovazioni introducono un elemento di discontinuità nel mercato. L'imprenditore che ha introdotto l'innovazione ne trae profitto, creando valore a scapito delle imprese incapaci di evolversi perché legate a paradigmi ormai obsoleti. L'innovazione causa distruzione di valore per questa specifica categoria di attori economici.

Le innovazioni possono essere ricondotte a 4 differenti tipologie:

- Innovazioni di prodotto o di processo
- innovazioni radicali o incrementali
- innovazioni architettoniche e modulari
- innovazioni *competence enhancing* e *competence destroying*

Per innovazione di prodotto intendiamo lo sviluppo di un nuovo prodotto che incorpora l'innovazione. L'innovazione di processo invece permette all'impresa di cambiare le modalità con cui svolge le proprie attività, in qualsiasi ambito (ad es. logistica).

Si definisce radicale l'innovazione dotata di caratteristiche di novità assoluta e differenziazione; mentre è incrementale l'innovazione che comporta un miglioramento lieve o marginale di un prodotto/processo già esistente.

Si distingue invece tra innovazione architettonica e innovazione modulare considerando il prodotto o processo come un sistema nidificato di più componenti ordinate in modo gerarchico (Fleming e Sorenson, 2003; Schilling, 2000). L'innovazione modulare consiste nel cambiamento di una o più componenti del sistema, senza modifiche sostanziali alla

³² Schumpeter J.A. (1942), Capitalismo, socialismo e democrazia

configurazione generale (Henderson e Clark, 1990); invece l'innovazione è architeturale quando a cambiare è la struttura generale del sistema, o del modo in cui i componenti interagiscono tra loro.

Infine è *competence enhancing* l'innovazione basata su competenze preesistenti, al contrario l'innovazione *competence destroying* non scaturisce da conoscenze già presenti in azienda, ma anzi le rende obsolete.

L'innovazione viene descritta tramite un modello a forma di imbuto, la cui forma rappresenta il processo tortuoso della trasformazione dell'idea in innovazione: secondo diversi studi solo 1 su 3000 nuove idee vengono concretizzate e viene realizzato un nuovo prodotto di successo.

Il processo innovativo può avere origine dalla R&S delle imprese o dalla richiesta del mercato. Nel primo caso si definirà l'innovazione come Technology push, nel secondo invece Market pull. Nei processi innovativi, in genere, sono presenti diversi livelli di Technology push e Market pull a seconda della fase del processo d'innovazione.

Per studiare l'incremento della performance di una tecnologia si usa la curva ad S del miglioramento tecnologico, che mette in relazione l'aumento delle prestazioni con la spesa in R&S delle imprese. Secondo il modello, la performance ha un andamento ad S: nella prima fase i miglioramenti sono lenti a causa dei bassi investimenti e della scarsa conoscenza della tecnologia; nella fase centrale la performance aumenta esponenzialmente e le imprese sono portate ad aumentare la spesa in R&S. L'ultima fase infine è caratterizzata dal progressivo avvicinamento al limite naturale della tecnologia: in questo frangente i miglioramenti sono decrescenti.

Utterback e Abernaty (1975) individuano le diverse fasi del ciclo tecnologico: una prima fase, detta fluida, è caratterizzata da incertezza e sperimentazione di soluzioni tecnologiche alternative. Successivamente si delinea una convergenza riguardo le caratteristiche del prodotto, che porta alla delineazione di un disegno dominante. L'ultima fase, detta specifica, è caratterizzata da innovazioni incrementali/di processo. Similmente, nel modello di Anderson e Tushman il design dominante è raggiunto dopo l'era del fermento, in cui sono testati molti disegni alternativi. L'ultima fase, detta del cambiamento incrementale, è caratterizzata da una riduzione degli investimenti, che sono rivolti a miglioramenti incrementali del prodotto o del processo.

Alcune innovazioni assumono un valore correlato al numero di utilizzatori della tecnologia. Come nel caso del telefono, il raggiungimento di un certo numero di utenti permette all'innovazione di generare valore ed essere realmente utile: tale numero è detto massa critica. Un maggior numero di utenti comporta un maggior interesse a investire nella tecnologia, e maggiori investimenti attireranno un numero crescente di nuovi utilizzatori. Questo fenomeno è noto con il nome di effetto network.

Molte aziende, a causa della globalizzazione e della disgregazione delle attività della catena del valore, trovano beneficio dalla collaborazione con altre imprese.

Le strategie di collaborazione sono:

- Alleanze strategiche: con questo accordo le aziende dividono costi e rischi del progetto con il partner commerciale. Possono anche essere sviluppate nuove competenze; la struttura aziendale inoltre mantiene un maggior grado di flessibilità e il time-to-market si riduce.
- Joint-Venture: le JV sono accordi di tipo equity, che richiedono elevati sforzi organizzativi ed economici. Le parti stipulano un contratto in cui stabiliscono e definiscono gli aspetti più importanti della nuova società.
- Licensing: un individuo /organizzazione (*licensee*) ottiene in licenza i diritti d'uso di una tecnologia proprietaria di un altro individuo /organizzazione (*licensor*). Il vantaggio per il licensee è legato al poter usufruire a costi più bassi di una tecnologia matura, senza doverla sviluppare internamente. Per il licensor il vantaggio consiste nel pagamento delle *royalties* e nella maggior diffusione e valorizzazione della tecnologia licenziata.
- Outsourcing: tramite contratti di outsourcing le aziende acquistano da fornitori esterni alcune attività che non è conveniente sviluppare internamente.

Capitolo 2 Automobili autonome

La guida può definirsi autonoma quando non è richiesto alcun intervento umano durante le fasi di marcia del veicolo, che tramite hardware e software gestisce tutte le variabili. Un'autovettura assistita invece dispone di una serie di soluzioni che aiutano il conducente durante la guida, ma non lo esentano dal prestare la massima attenzione.

La storia della guida autonoma ha origini che risalgono ai primi anni '20. Nel 1925 Houdina radio control presentò il primo veicolo senza conducente radiocontrollato.

Nel 1958 General Motors presenta Firebird III, concept car dotata di cruise control e sistemi in grado di accelerare, frenare e sterzare la vettura.

Nel 1986 un furgone Mercedes-Benz, noto come VaMoRs, fu il primo esempio di veicolo completamente autonomo: era dotato di telecamere e sensori che gli permettevano di muoversi nello spazio senza intervento umano.

Nel 1998 il Prof. Broggi dell'Università di Parma modificò una Lancia Thema, facendole percorrere circa 2000 km in modalità autonoma.

La guida autonoma permette la risoluzione di alcuni pressanti problemi moderni. Un paper del MIT esamina gli elevatissimi livelli di inquinamento e congestione del traffico di Taiwan. Sebbene lo studio sia condotto sulla città cinese, i problemi menzionati affliggono tutte le metropoli moderne. La soluzione proposta dal paper è basata sull'uso di vetture a guida autonoma e tramite la *sharing economy*, per ridurre il numero di veicoli in circolazione.

Un report di Morgan Stanley affronta invece il tema della sicurezza legata alla guida autonoma, evidenziando che il 90% degli incidenti derivano da errore umano. L'eliminazione di questi errori è possibile grazie all'uso di reti neurali profonde, in grado di apprendere e imparare dall'esperienza passata. L'algoritmo riesce a ragionare e sviluppare degli schemi logici simili a quelli umani. Le tecnologie necessarie per la guida autonoma esistono, e hanno come scopo principale l'eliminazione di tutti gli incidenti causati da errore umano. Tuttavia, come evidenzia un documento dell'International Transport Forum, è necessario eliminare gli errori dei software adibiti al controllo dei veicoli, che potrebbero non interpretare correttamente l'ambiente circostante.

La SAE International ha definito 6 livelli di automazione. Nel 2014 ha pubblicato lo standard J3016 che stabilisce le caratteristiche di ciascun livello.

- Livello 0: nessuna automazione
- Livello 1: Guida assistita
- Livello 2: Automazione parziale
- Livello 3: Automazione condizionata
- Livello 4: Alta automazione
- Livello 5: Automazione totale

Nei primi 3 livelli la vettura interviene in modo parziale su acceleratore, freno e sterzo; il conducente deve essere sempre pronto a prendere il controllo dell'automobile. Il terzo livello è considerato guida semi-autonoma, poiché i compiti principali sono svolti dal veicolo ma il conducente deve continuare a essere vigile e monitorare la vettura. Gli ultimi 2 livelli possono essere considerati guida autonoma: il veicolo può gestire tutte le variabili senza la supervisione umana.

A livelli di automazione maggiore corrisponderà un significativo cambio nel design delle vetture, che potranno essere sviluppate per le attività più disparate, come meeting room per la produttività o letti mobili per viaggi notturni.

I sensori attualmente utilizzati sono:

- GPS (fornisce le coordinate geografiche)
- LiDAR (determina la distanza degli oggetti usando impulsi laser)
- RADAR (determina la distanza degli oggetti usando onde radio)
- SONAR (determina la presenza di oggetti usando onde sonore)
- Telecamere a 360°
- Telecamere a infrarossi e/o termiche (utilizzate per la visione notturna)

Le soluzioni tecnologiche che utilizzano sensori sono denominati ADAS (*Advanced Driver Assist Systems*). I dati raccolti dai sensori vengono elaborati dal software, che permette all'auto di compiere in autonomia alcune manovre. Esistono numerosi ADAS, ognuno dei quali assiste il conducente in specifiche situazioni; i sistemi più evoluti possono agire su acceleratore, sterzo e freno del veicolo.

Le soluzioni tecnologiche basate sulla connettività utilizzano le tecnologie wireless per comunicare in tempo reale da veicolo a veicolo (V2V), da veicolo a infrastruttura (V2I), e viceversa. Con la sigla V2X (Vehicle to everything) si intende la capacità del veicolo di comunicare con qualsiasi oggetto, includendo connettività sia V2V che V2I.

A gestire i sensori e la connettività sono preposti specifici algoritmi denominati SLAM (*Simultaneous Localization And Mapping*), in grado di elaborare i dati e creare una mappa 3D dell'ambiente di cui fanno parte, individuando costantemente la propria posizione nello spazio. Lo SLAM permette una comprensione dinamica dell'ambiente.

Analizzando i trend tecnologici è possibile individuare le aree di sviluppo future delle tecnologie impiegate. La connettività verrà potenziata e integrata in un numero crescente

di veicoli; i sensori saranno migliorati e il loro costo tenderà a diminuire; i software useranno il *deep learning* per sviluppare l'intelligenza artificiale.

La guida apporterà notevoli benefici:

- **Sicurezza:** il numero di incidenti stradali diminuirà drasticamente, migliaia di morti o lesioni gravi verranno evitate ogni anno, con conseguente minor spesa sanitaria.
- **Minor spesa per nuove infrastrutture:** le moderne strade sono pensate per gli esseri umani, che spesso guidano distratti. Sono infatti presenti numerosi accorgimenti tecnici che non saranno più necessari in assenza di un conducente umano; non saranno necessarie numerose infrastrutture nuove grazie alla maggiore efficienza del traffico.
- **Riduzione del traffico:** grazie alla connettività i veicoli potranno calcolare con precisione il miglior itinerario possibile, diminuendo le congestioni. Le forme di *car sharing* diminuiranno il numero di veicoli in circolazione, e assumerà minor rilievo il problema del traffico.
- **Emissioni e consumi:** le emissioni caleranno grazie alla maggior efficienza ed efficacia delle nuove automobili. L'inquinamento urbano calerà di conseguenza.
- **Maggior inclusione di persone disabili:** la mobilità sarà estesa anche alle persone disabili, che oggi non possono guidare.
- **Produttività e tempo libero:** la guida autonoma permetterà agli occupanti delle auto di dedicarsi alle attività che preferiscono.
- **Design dei veicoli:** il design dei veicoli si evolverà, permettendo lo sviluppo di soluzioni innovative.
- **Nuovi modelli di business:** l'innovazione *disruptive* porterà a profondi cambiamenti nel mercato. Nuovi modelli di business dovranno emergere per rispondere alle rinnovate esigenze di mercato. Le aziende hanno opportunità di business molto rilevanti.

Enunciamo ora le problematiche:

- **Sicurezza dei dati:** i dati prodotti dovranno essere messi in sicurezza per evitare usi non idonei ad opera di soggetti non autorizzati.
- **Costo elevato:** i sistemi avranno un prezzo molto elevato. Questo potrebbe rallentare la diffusione della tecnologia e il conseguente sviluppo.

- **Posti di lavoro:** molti lavoratori saranno sostituiti dai veicoli autonomi.
- **Condizioni climatiche:** fenomeni atmosferici avversi possono influenzare i sensori, diminuendone l'efficacia.
- **Regolamentazione:** pochi Paesi hanno prodotto una normativa. Questo aspetto limita lo sviluppo poiché i produttori potrebbero sviluppare soluzioni non a norma.
- **Aspetti etici e morali:** è certamente l'aspetto più dibattuto. Si discute sulle scelte che i software dovranno compiere in caso di urto inevitabile che coinvolge più esseri umani.
- **Responsabilità legale:** la responsabilità legale in caso di incidente non è chiara.
- **Dipendenza dalla tecnologia:** le persone potrebbero dimenticare come guidare, e avere problemi nel caso in cui dovessero guidare un veicolo tradizionale.

Le normative prodotte attualmente sono molto poche e frammentate; la Germania è il Paese europeo che ha legiferato per primo. Altri Paesi all'avanguardia nella produzione legale sono gli USA, Singapore, Giappone e Svezia. L'Italia ha recentemente regolamentato i test su strada.

Analizzando tecnicamente l'innovazione, è possibile classificarla per il settore automobilistico come di prodotto, radicale e disruptive, architetturale e *competence destroying*.

La tecnologia è all'inizio della fase centrale del modello di curva ad S: è in costante aumento il numero di società che investono cifre sempre maggior nello sviluppo della tecnologia, e le soluzioni diventano obsolete sempre più rapidamente.

Utilizzando invece il modello di Anderson e Tushman, secondo la mia analisi il mercato è vicino alla definizione di un design dominante. Le soluzioni hanno un design convergente, basato su sensori, connettività e intelligenza artificiale.

Utilizzando la curva ad S per determinare le categorie di adottanti, gli attuali utilizzatori dei sistemi più avanzati appartengono alla categoria degli innovatori. Seguiranno i primi adottanti nel momento in cui la tecnologia avrà costi inferiori e offrirà maggior sicurezza.

La strategia delle principali case mira proprio a guadagnare la fiducia del mercato prima degli altri, per poter dare sicurezza anche alla maggioranza ritardataria e ai ritardatari, che adotteranno per ultimi l'innovazione.

Il mercato delle auto dotate di sistemi di guida autonoma ha un valore stimato di 7 trilioni di dollari³³. Numerose aziende sono attive nello sviluppo di sistemi di guida autonoma, e alcune appartengono a settori diversi da quello automobilistico.

Aziende IT: tra le aziende IT sono presenti Amazon, Apple, Google, Microsoft e Uber

- Amazon sta sviluppando un sistema di consegne automatizzato
- Apple sta lavorando a Project Titan, un sistema hardware e software da installare sui veicoli per renderli autonomi
- Google ha fondato Waymo per sviluppare un veicolo autonomo. È stato siglato un accordo con FCA per lavorare sulla tecnologia
- Microsoft offre una soluzione cloud per la gestione dei dati. Sta sviluppando inoltre software di Intelligenza artificiale
- Uber dopo l'incidente di marzo 2018 ha sospeso i progetti per lo sviluppo di taxi autonomi

Aziende automobilistiche: verranno citate solo i casi più rilevanti.

- Audi ha in listino un veicolo dotato di sistemi di livello 3. Entro il 2020 è previsto un veicolo di livello 4
- Autoliv e Volvo stanno lavorando per sviluppare sistemi autonomi dotati del più elevato livello di sicurezza in commercio
- BMW prevede un largo uso dei sistemi autonomi entro il 2021
- Ford sta investendo ingenti capitali nello sviluppo dell'intelligenza artificiale
- Honda propone sistemi di livello 3 a prezzi inferiori rispetto alla concorrenza
- Jaguar Land Rover sta sviluppando sistemi autonomi la guida off-road
- Mercedes-Benz ha stretto una collaborazione in esclusiva con Bosch per lo sviluppo di veicoli di livello 4 e 5
- Porsche intende inserire alcune soluzioni di automazione che però non snaturino la natura dei loro prodotti
- PSA propone, nei veicoli più recenti, le migliori tecnologie di visione notturna
- Tesla dispone di sistemi tra il livello 2 e il livello 3. L'azienda ha dichiarato che le auto sono predisposte per la guida autonoma.

³³ Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy, Strategy Analytics

Capitolo 3 Volvo

La storia di Volvo ha inizio nel 1927 a Göteborg in Svezia. Il 14 aprile dello stesso anno fu prodotta la prima auto di serie, la OV4. Nel 1944 viene presentata la prima auto di piccole dimensioni, la PV444, che costituì il primo successo per Volvo negli USA.

La Volvo 240 del 1974 è l'artefice della diffusione mondiale delle vetture familiari, chiamate *Station Wagon*. Nel 1999 AB Volvo, gruppo svedese, vende Volvo Cars a Ford. Fu fondata con quote di partecipazione paritarie Volvo Trademark Holding AB, per permettere a entrambi di usare il marchio Volvo. Dal 2010 Volvo Car è di proprietà della cinese Geely: il cambio di proprietà ha avuto effetti positivi. Recentemente Geely ha dichiarato la volontà di avviare l'iter per la quotazione in borsa di Volvo Car; tuttavia a causa delle tensioni internazionali l'IPO è stata posticipata.

Oggi Volvo è un produttore affermato di automobili premium. Si differenzia dalla concorrenza grazie alla tradizione legata alla sicurezza, ambito in cui primeggia. Volvo inoltre attribuisce grande valore alla sostenibilità ambientale: nel 2017 è stata premiata dall'ONU, che l'ha inserita tra le migliori aziende dal punto di vista della sostenibilità aziendale.

I valori e la mission di Volvo si evidenziano nel progetto Vision 2020, "che ha come "obiettivo zero morti o feriti gravi entro il 2020 per tutti i passeggeri di una nuova Volvo". Per poter realizzare l'ambizioso obiettivo, l'azienda dispone di un centro per gli studi degli incidenti, che ha raccolto e studiato i dati di circa 43.000 incidenti di auto Volvo. Ogni nuovo modello viene realizzato partendo dal miglioramento degli aspetti critici del precedente. Questo processo è stato chiamato Circle of Life.

Una parte consistente delle innovazioni introdotte da Volvo riguarda dispositivi adibiti a migliorare la sicurezza: nel 1959, ad esempio, Volvo ha brevettato la cintura di sicurezza a tre punti, utilizzata in seguito da tutti i produttori di automobili.

Recentemente le innovazioni introdotte sono inerenti ai sistemi di guida assistita.

Nel 2016 Volvo e Autoliv, leader nelle tecnologie di sicurezza, hanno annunciato la Joint Venture Zenuity, che dovrà sviluppare le migliori soluzioni software per gli ADAS e i sistemi di guida autonoma. Zenuity è nata con l'obiettivo di diventare leader mondiale nello sviluppo della prossima generazione di automobili, più sicure e automatizzate. I sistemi sviluppati non saranno utilizzati esclusivamente da Volvo, ma saranno venduti

sul mercato: è infatti già possibile acquistare vari prodotti. Sia Volvo Cars che Autoliv trasferiranno alla Joint Venture la proprietà intellettuale dei loro brevetti in tema di ADAS. Su questa base di conoscenze verranno sviluppate le nuove soluzioni. I software utilizzeranno il machine learning per adattarsi e imparare dall'esperienza, con processi di apprendimento simili a quelli della mente umana.

Volvo ha attualmente installati sui propri veicoli una serie di sistemi ADAS, che monitorano l'ambiente lungo un *continuum* che parte dalle situazioni di normalità in cui non sono presenti pericoli sino agli eventi che rendono la collisione inevitabile. Questi sistemi hanno lo scopo di prevenire l'impatto agendo sui comandi dell'auto o segnalando al conducente l'imminente pericolo.

I sistemi presenti sono numerosi, e gli ambiti di intervento sono molto variegati: alcuni sistemi sono attivi in città, e hanno lo scopo di evitare impatti con pedoni, animali e altri veicoli. Altri sistemi sono adibiti a controllare la vettura durante le tratte autostradali, intervenendo su acceleratore, freno e sterzo. Tutti i sensori presenti vengono quindi utilizzati sinergicamente per garantire soluzioni più evolute e sicure di automazione.

Il progetto Drive Me ha permesso ad alcune famiglie svedesi di testare sulla strada nella vita quotidiana tutti i sistemi più evoluti di Volvo. Il progetto, iniziato nel 2017, ha come obiettivo la sperimentazione in condizioni reali di sistemi sempre più evoluti: le auto del progetto vengono infatti aggiornate costantemente sia nell'hardware che nel software. I dati raccolti permetteranno lo sviluppo delle auto autonome di serie.

Proprio grazie ai dati raccolti è stata sviluppata la Volvo 360c, un concept innovativo di veicolo autonomo di livello 5. La vettura può essere configurata in varie modalità a seconda dell'uso che ne vuole fare l'utente: può passare dall'essere una *meeting room* a una comoda camera da letto su ruote, ad esempio.

L'analisi dei brevetti permette di comprendere l'attività innovativa di Volvo. Tramite il database PATENTSCOPE della WIPO (World Intellectual Property Organization), ho cercato e analizzato tutti i brevetti registrati dall'azienda svedese nel periodo 2007-2017. Dalla ricerca è emerso che nell'intervallo di tempo considerato Volvo ha prodotto 1006 brevetti, con un andamento incrementale del 41% su base annua; inoltre si evidenzia che il trend cresce maggiormente a partire dal 2011, anno successivo al cambio di proprietà. In seguito sono stati analizzate le risorse economiche dedicate alle attività di R&S: come ci si aspettava si è riscontrato un aumento nel tempo nell'ordine del 17% su base annua.

Successivamente la ricerca si è concentrata sullo studio e all'analisi manuale di tutti i 1006 brevetti trovati in precedenza, al fine di quantificare la frazione relativa ai sistemi di guida assistita e autonoma. Nel periodo considerato Volvo ha depositato 251 brevetti relativi ai suddetti sistemi, pari quindi al 25% della produzione brevettuale totale dell'ultimo decennio: il dato evidenzia la centralità strategica rivestita dallo sviluppo dei sistemi in oggetto. Anche in questo caso il numero di nuovi brevetti aumenta a partire dal cambio di proprietà, segnando incrementi medi annui del 35%.

L'ultimo livello di analisi ha reso necessario l'uso di Google Patent. Tutti i 251 brevetti sulla guida autonoma sono stati cercati sul database di Google per valutare la significatività degli stessi, analizzando le citazioni di ogni singolo brevetto. Nonostante il poco tempo trascorso dalla pubblicazione, ci sono state già 1245 citazioni, circa 5 ciascuno, in media. Osservando il trend delle citazioni si può riscontrare un'anomalia: In genere i brevetti più datati hanno un maggior numero di citazioni perché, essendo passato più tempo, è più probabile che sia conosciuto. Nel caso esaminato invece accade il contrario, e il picco si registra nel 2015. Il fenomeno evidenzia che i brevetti prodotti nel 2015 hanno un valore particolarmente alto, specie se paragonati agli altri; sono anche dotati evidentemente di un forte carattere di novità.

Circa 2/3 delle citazioni trovate appartengono ad aziende cinesi, mentre 462 sono relative ad aziende note a livello globale. Per una maggiore significatività dell'analisi si è proceduto ad analizzare esclusivamente gli autori delle 462 citazioni.

Delle 26 aziende presenti, 8 appartengono al settore IT, 14 sono produttori automobilistici, 3 sono fornitori e 1 sola produce motociclette.

La maggior parte delle citazioni appartengono ad aziende del settore automobilistico. Nei primi due posti troviamo rispettivamente Ford e Toyota. Il dato è interessante poiché permette di dedurre che le innovazioni in oggetto sono propedeutiche allo sviluppo di soluzioni di guida autonoma particolarmente efficaci ma non onerose da produrre ovvero, seppur costose, capaci di una diffusione abbastanza ampia da abbattere i costi fissi. Le due aziende citate infatti vendono le loro vetture a prezzi più bassi rispetto alle aziende premium, e non possono quindi proporre ai clienti soluzioni eccessivamente costose. Prima di metà classifica si collocano i costruttori premium Audi, Jaguar-Land Rover e Mercedes-Benz. La loro presenza evidenzia che i competitor diretti hanno basato una parte dello sviluppo delle loro innovazioni sui brevetti Volvo. Infine è stato possibile

osservare la numericamente rilevante presenza di aziende operanti nel settore IT; Google e la prima tra queste, con 16 citazioni. La presenza delle stesse, solitamente tra le più innovative al mondo, sottolinea la qualità delle competenze che Volvo ha acquisito e sviluppato.

Infine sono stati confrontati i dati di Volvo con quelli delle aziende più attive nella pubblicazione di brevetti inerenti i sistemi assistiti e autonomi, utilizzando i dati della “Cologne Institute for Economic Research”, derivanti dall’analisi di 5.839 brevetti.

Dall’analisi emerge che tra le prime tre posizioni due sono occupate da aziende *supplier* nel mondo dell’automotive, con Bosch che detiene un largo primato. Il fenomeno è spiegato dai differenti modelli di business di fornitori e produttori: i primi infatti innovano anche per garantirsi un flusso di ricavi dalle *royalties*; i secondi invece innovano per sviluppare tecnologie da usare internamente.

In classifica è presente Waymo, società di Google: il dato evidenzia la direzione lungo la quale si svilupperanno i miglioramenti futuri, sempre più legati al mondo IT.

In ultima istanza è possibile notare che a chiudere la classifica c’è Volvo, ma il dato non deve essere interpretato negativamente. L’azienda infatti ha vissuto una forte crisi durante il periodo Ford, e aveva gap importanti da colmare. Inoltre, come già visto, il numero di brevetti aumenta costantemente ogni anno. In pochi anni Volvo è uscita dalla crisi ed è già in grado di competere con i più importanti costruttori del mondo.

Capitolo 4 Prospettive di mercato per Volvo

Viene analizzato il mercato attuale dei produttori di automobili premium. Il mercato è stato rappresentato utilizzando il numero di veicoli venduti nel 2017 dai marchi considerati. Non sono stati presi in esame tutti quei produttori con quota di mercato inferiore all’1%. Attualmente il mercato è dominato dalle 3 case tedesche Mercedes-Benz, Audi e BMW, che hanno circa il 75% di market share cumulato. Mercedes-Benz nel 2017 è diventata la prima in termini di unità vendute; segue BMW e poi Audi. Molto staccate, quasi alla pari, si posizionano la giapponese Lexus, JaguarLandRover e Volvo, con Porsche che detiene la minore quota di mercato.

La successiva analisi dei bilanci del periodo 2011-2017 ha evidenziato una crescita per tutti i produttori, e quindi per il mercato nel suo complesso. Per poter comprendere se il mercato continuerà la sua fase espansiva, è stata condotta una regressione lineare che ha

messo in correlazione l'aumento di ricchezza prodotta a livello globale³⁴ con l'incremento delle unità vendute nel periodo considerato³⁵. Si è evidenziata la presenza di una buona correlazione con coefficiente di correlazione $\rho_{xy} = 0,59$. Si è potuto concludere che esiste una relazione positiva tra due variabili.

Nella fase successiva è stato evidenziato il problema della mortalità legata agli incidenti stradali, analizzando il trend degli stessi negli USA e nell'UE. La Commissione Europea ha posto l'obiettivo di ridurre del 50% i decessi entro il 2020, usando come base i dati del 2010. Il progetto prende il nome di Target 2020, ed è immediatamente assimilabile a Vision 2020 di Volvo. La comunanza di intenti con il progetto europeo evidenzia le possibilità di mercato che Volvo potrà cogliere nel futuro.

Per poter stimare tali possibilità, l'ultima fase di analisi si è basata sull'uso di un modello di previsione lineare per stimare l'andamento futuro delle vendite. Si è assegnato a Volvo un plusvalore legato alla tradizione nella sicurezza, che è il più rilevante ambito impattato dai sistemi di guida autonoma che verranno introdotti.

Il risultato ottenuto, che non mostra un incremento sostanziale della quota di mercato, non ha ovviamente la presunzione di prevedere con precisione lo sviluppo di un mercato così importante, in un arco di tempo così lungo. Offre tuttavia la possibilità di comprendere la strategia intrapresa da un'azienda in crisi meno di 10 anni fa, che ha reso possibile competere efficacemente con le aziende leader di settore.

Conclusioni

L'elaborato ha permesso di comprendere l'importanza sociale ed economica della guida autonoma; sono stati illustrati gli aspetti principali, le tecnologie utilizzate e i benefici e le problematiche derivanti dall'innovazione.

Si è compreso il ruolo primario rappresentato dalla sicurezza che i sistemi dovranno necessariamente avere per poter diffondersi, e si è analizzata l'azienda che è tradizionalmente legata all'ambito della sicurezza. Dopo averne discusso la storia e le innovazioni, si è passati alla descrizione dei sistemi di guida assistita e semi-autonoma-

³⁴ Nel periodo 2011-2017 il PIL è aumentato complessivamente del 10%, con incrementi annui medi dell'1,6%

³⁵ Il mercato delle auto premium è aumentato del 43% complessivo, con incrementi annui medi del 7,34%

Si sono in seguito analizzati i brevetti, facendo rilevanti osservazioni. Infine si è data una misura del vantaggio economico che Volvo ha la possibilità di sfruttare grazie alle sue capacità e competenze.

Dall'elaborato è emerso che l'azienda svedese considera centrale nella sua strategia i sistemi di guida assistita e autonoma, su cui investe capitali sempre maggiori.

Risulta inoltre evidente che la definizione di una strategia coerente con le competenze possedute, il costante impegno nel rinnovare la base di risorse, il ruolo primario dell'innovazione e la corretta interpretazione delle esigenze del mercato sono gli elementi fondamentali che hanno permesso a Volvo di sopravvivere ed evolversi in un ambiente altamente competitivo e complesso.