

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA

Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria e Scienze Informatiche

TESLA, CAMBIARE IL CONCETTO DI AUTOMOBILE

Tesi in
Programmazione di Reti

Relatore
Prof. Giovanni Pau

Presentata da
Andrea Matteucci

Terza Sessione di Laurea
Anno Accademico 2020 – 2021

PAROLE CHIAVE

Pensiero

Tecnologia

Innovazione

A tutti coloro che mi sono stati vicini durante questo percorso.

Introduzione

L'obiettivo di questa tesi è quello di portare il lettore ad esaminare le caratteristiche di un'azienda che sta guidando elevati cambiamenti in ambito mondiale. Il tema Tesla infatti mi appassiona da diversi anni, perché credo che si basi su principi e concezioni fuori dall'ordinario. I capitoli del testo sono suddivisi in due gruppi. Ho deciso di mantenere grande semplicità in questa divisione proprio perché questa contraddistingue ogni prodotto dell'azienda, ma non per questo lo rende comune o di basso livello.

Nel capitolo denominato Pensiero vengono introdotti quelli che sono i principi sui quali si basa questo brand, col fine di presentare al lettore un modo di vedere il mercato e il mondo, fuori dal comune.

Nel secondo capitolo vengono poi trattati gli aspetti tecnologici che contraddistinguono il bagaglio più importante dell'azienda rispetto ai competitor, e che, per questo vengono analizzati uno per uno, attraverso esempi e confronti.

Mi auguro che la lettura di questa tesi possa portare maggiore chiarezza e curiosità per coloro i quali conoscono meno l'azienda, e, per chi invece già da tempo la segue, possa far riflettere ancora una volta sui cambiamenti che Tesla sta portando in atto.

Buona lettura.

Andrea

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Pensiero | 1 |
| 1.1 | Introduzione | 1 |
| 1.2 | Elon Musk | 2 |
| 1.3 | Le basi della filosofia | 6 |
| 1.4 | Comunicazione | 10 |
| 1.5 | Confronto con altre aziende | 12 |
| 2 | Tecnologia | 17 |
| 2.1 | L'automobile | 17 |
| 2.2 | Autopilot e Full Self Driving | 21 |
| 2.3 | Software | 30 |
| 2.4 | Applicazione Tesla per cellulari | 33 |
| 2.5 | Supercharger | 35 |
| 2.6 | Teslabot | 38 |
| | Conclusioni e sviluppi futuri | 41 |
| | Ringraziamenti | 43 |
| | Bibliografia | 45 |

Elenco delle figure

| | | |
|------|---|----|
| 1.1 | Blastar, il primo progetto di Musk | 2 |
| 1.2 | La famiglia di lanciatori e razzi Falcon 9 | 4 |
| 1.3 | La catena di satelliti di Starlink | 4 |
| 1.4 | La scimmia utilizzata da Neuralink | 5 |
| 1.5 | La Fiat Panda Elettra | 6 |
| 1.6 | Il telaio della Tesla Model S | 8 |
| 1.7 | Fila fuori dallo store Tesla | 12 |
| 1.8 | Fila fuori dallo store Apple | 12 |
| 1.9 | Keynote Tesla | 13 |
| 1.10 | Keynote Apple | 13 |
| | | |
| 2.1 | Gli interni di Model 3 e Model Y | 17 |
| 2.2 | Gli interni di Model S e Model X | 18 |
| 2.3 | Gli approcci di Tesla e di Waymo a confronto | 22 |
| 2.4 | La mole di dati raccolti dalle due aziende a confronto | 23 |
| 2.5 | I raggi di azione dei componenti elettronici a disposizione dell'autopilot | 24 |
| 2.6 | Come l'autopilot monitora l'ambiente esterno | 24 |
| 2.7 | Come il guidatore vede l'ambiente esterno dal display | 24 |
| 2.8 | Uno spaccato della componentistica di un'automobile Tesla | 25 |
| 2.9 | Raffigurazione dell'incidente | 28 |
| 2.10 | Il repository di Tesla su GitHub.com | 31 |
| 2.11 | Una panoramica dell'applicazione per dispositivi mobili | 33 |
| 2.12 | Un esempio di una stazione di ricarica Supercharger | 35 |
| 2.13 | In rosso i supercharger attuali, in grigio quelli che verranno aperti prossimamente | 36 |
| 2.14 | Esempio del trasporto di una stazione Supercharger | 37 |
| 2.15 | I robot di Boston Dynamics | 39 |
| 2.16 | Il Teslabot | 39 |

Capitolo 1

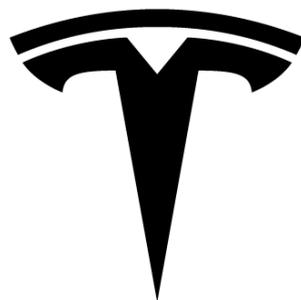
Pensiero

1.1 Introduzione

La prossima svolta tecnologica verrà da Tesla. - Steve Wozniak.[1]

Il fatto che proprio il co-fondatore di una azienda come Apple sia pronto a puntare su un'azienda automobilistica, per il nuovo cambiamento tecnologico, più che su un'azienda del panorama informatico, deve far riflettere. perché avviene questo?

Per rispondere a questa domanda, vorrei far riferimento a quelli che sono i veri e propri pilastri sui quali si fonda l'azienda, ovvero quei modi di pensare e di vedere il futuro che forse stanno permettendo a Tesla di scrivere una pagina nuova nel panorama automobilistico mondiale.



1.2 Elon Musk

Nel film "Iron Man", Robert Downey Jr deve interpretare un folle inventore. L'idea è quella di costruire un personaggio carismatico che sia però dotato di grande scaltrezza, tanto da riuscire a costruire all'interno di una caverna quella che diventa l'armatura iconica del super eroe conosciuto. Per entrare nella parte serve però un'ispirazione. Serve prendere qualcuno, appunto, di reale e, attraverso un minuzioso studio della sua persona, andare a costruire il personaggio. L'uomo che viene preso come modello di riferimento, in quanto unione delle caratteristiche sopra citate, è Elon Musk.

Elon Musk è sicuramente un uomo che negli anni ha eliminato la parola "impossibile" dal suo dizionario.[2]

Il primo progetto che egli ha realizzato è un videogioco, Blastar, in cui una piccola astronave deve sconfiggere dei nemici. Niente di eccezionale, tranne il fatto che l'ha realizzato ad appena 12 anni. Inoltre, fa impressione notare come la passione per lo spazio, che appunto inizialmente per Elon non era altro che un insieme di pixel luminosi sullo schermo, diventerà nel futuro un razzo in grado di entrare in orbita e ritornare autonomamente sulla terra, permettendo un enorme risparmio monetario e di risorse.



Figura 1.1: Blastar, il primo progetto di Musk

Fonte: <https://rawg.io/games/blastar>

Una volta arrivato negli Stati Uniti, consegue il diploma universitario Bachelor of Science in economia e un Bachelor of Arts in fisica. A questo punto della sua vita riesce a realizzare una serie di società che gli daranno la disponibilità finanziaria per le stupefacenti creazioni che oggi conosciamo. La più importante e famosa di queste, si chiama X.com e si tratta di una banca online, poco dopo rinominata PayPal. Oggi il proprietario di PayPal non è Elon, ma Ebay, che l'ha acquistata per 1.5 miliardi di dollari.

Elon Musk, è un uomo fuori dal comune, in grado di osservare un problema, una situazione, un fenomeno, e, semplicemente chiedendosi il motivo per il quale ciò si verifica, riesce a tornare fino alla radice, dalla quale poi offre e crea, un nuovo spunto per vedere le cose.

"I miei obiettivi sono di accelerare il passaggio del mondo all'energia sostenibile e contribuire a rendere l'umanità una civiltà multipianeta" - Elon Musk[3]



Fonte: <https://www.dmove.it/news/secondo-elon-musk-le-azioni-tesla-costano-troppo-e-vende-tutti-i-suoi-averi>

Vediamo come Elon Musk sia intenzionato a raggiungere enormi traguardi in settori completamente diversi tra loro.

Se di Tesla parleremo dopo, è importante sottolineare che, anche nel campo spaziale, dei trasporti, delle telecomunicazioni, e dell'intelligenza artificiale le creazioni ed i progetti importanti sono davvero in grande numero.

Immaginate, per un attimo, di occuparvi di missioni spaziali. I costi di costruzione sono enormi, ma non solo, anche le perdite lo sono, proprio perché sono molte le parti che rimangono disperse nell'atmosfera dopo il lancio. Come si può sopperire a questo problema?

SpaceX, azienda spaziale di Elon, con i Falcon 9, ha dato vita, per la prima volta nella storia ad un lanciatore, per razzi appunto, in grado di superare l'atmosfera e poi ri-atterrare, autonomamente, permettendo risparmi per oltre un ordine di grandezza, in quanto gran parte del razzo può essere "riciclata" più volte.



Figura 1.2: La famiglia di lanciatori e razzi Falcon 9

Fonte: <https://aerospacecue.it/booster-falcon-9-tre-boom-sonici/9279/>

Immaginate poi di trovarvi a vivere in una zona rurale, dove la copertura di internet scarseggia. Capite che, con l'avanzare della tecnologizzazione, si verrebbero a creare problemi anche durante la vita quotidiana. Poco tempo fa, viene creato Starlink, una catena di satelliti in grado di fornire connessione ad internet praticamente in ogni zona del mondo.



Figura 1.3: La catena di satelliti di Starlink

Fonte: <https://gametimers.it/ufo-no-sono-sono-i-satelliti-di-starlink-linternet-satellitare-di-elon-musk-in-arrivo-anche-in-italia/>

Caso particolare, poi, è quello riportato in questa immagine.



Figura 1.4: La scimmia utilizzata da Neuralink

Fonte: https://www.corriere.it/tecnologia/21_aprile_10/neuralink-elon-musk-ha-fatto-giocare-scimmia-pong-usando-solo-pensiero-3776d36c-9922-11eb-9898-68a50e5b3d06.shtml

A prima vista sembra semplicemente una scimmia che osserva un piccolo monitor. L'immagine cambia completamente di significato, però, nel momento in cui si realizza che questa scimmia, viene usata come cavia per il test di un'altra società di Elon, Neuralink. Attraverso un'operazione chirurgica eseguita da un robot le è stato impiantato un chip all'interno del cervello. Quest'ultimo le permette in questo caso di giocare, semplicemente usando gli impulsi nervosi ed elettrici della sua mente. Questo tipo di operazione a prima vista può creare timore, soprattutto se lo si rapporta con l'essere umano, ma, anche stavolta, cambia di significato nel momento in cui si scopre che questo chip potrà in futuro essere in grado di, oltre a permettere chissà quale comunicazione con i computer, anche di riacquisire parte della mobilità a persone in cui sono state riscontrate lesioni al midollo spinale, o che soffrono di Alzheimer e di Parkinson. L'idea di poter raggiungere Marte, di comandare macchine con l'uso della mente, o di essere affiancati durante la vita quotidiana da un'intelligenza artificiale in grado di svolgere i più svariati compiti, è qualcosa che sicuramente spaventa. È però interessante analizzare quali sono i modelli comportamentali che hanno permesso a Elon, negli anni, di costruire tutto questo.

1.3 Le basi della filosofia

Se infatti il primo modello di auto Tesla si ha con la Roadster, nel 2008, la prima auto elettrica "completa" risale al 1884, per opera di Thomas Parker, che realizza un veicolo dotato di batterie da lui stesso progettate. Negli anni sono state diverse le case che hanno costruito veicoli elettrici. Persino la Fiat, negli anni '90, lancia un modello di Panda, precisamente la Fiat Panda Elettra, che viene indicata come prima auto elettrica di serie di un costruttore importante nell'età moderna.

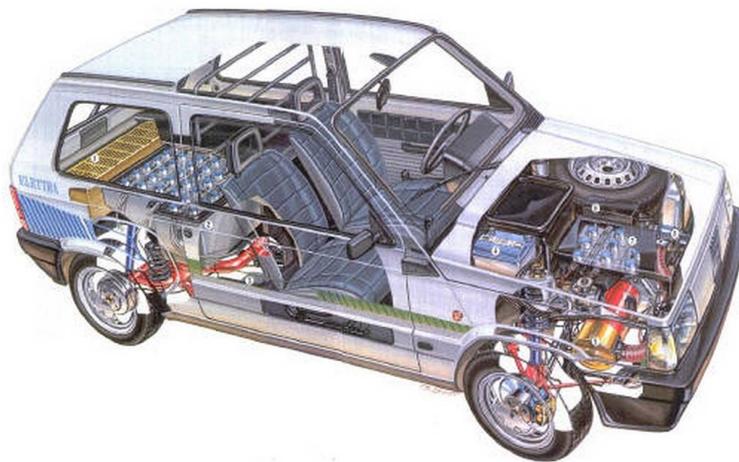


Figura 1.5: La Fiat Panda Elettra

Fonte: <https://greenmotorsport.it/quando-la-panda-era-elettrica-correva-il-1990/>

Tesla avrebbe potuto emulare, ad esempio, una costruzione delle batterie già vista, ma ha invece puntato sull'utilizzare una parte delle proprie entrate per produrre batterie migliori e su più larga scala. Questo tipo di batterie, utilizzate solo da questa casa automobilistica, sono molto più riconducibili a quelle che alimentano i computer, anche se, ovviamente, adattate ai veicoli per la mobilità, e permettono di abbassare notevolmente il peso totale del veicolo in confronto alle batterie che oggi utilizzano gli altri brand.

Nel periodo iniziale, Musk avrebbe potuto "assoldare" dirigenti per la sua azienda prelevandoli dai maggiori marchi automobilistici. L'idea di pescare il meglio dai competitor è sicuramente un metodo che più volte abbiamo potuto notare, nei settori più disparati. Al contrario, rileviamo anche in questo caso una grande lucidità nel notare che ogni ambito della vita delle persone si sta lentamente avvicinando sempre più alla tecnologia. Infatti oggi l'uomo tende ad essere connesso alla rete per un periodo di tempo sempre maggiore. perché allora un'auto dovrebbe rimanere un mezzo indicato solo per lo spostamento da un punto A ad un punto B? Proprio per questo Tesla concentra i suoi

sforzi riguardo alle risorse umane nella Silicon Valley, dove, però, questo tipo di ingegneri, nella maggior parte dei casi, non è preparato sulla linea di produzione delle automobili.

Non importa. Proprio perché il futuro è sempre più basato sulla computerizzazione, ciò che davvero è importante è superare i limiti delle attuali tecnologie. Questa necessità di innovazione ha portato a creare anche all'interno di Tesla un piano di carriera e di bonus non quando il guadagno che il singolo impiegato porta all'azienda è elevato, ma nel momento in cui il dipendente riesce a migliorare un settore, rinnova un prodotto o comprende un bisogno del cliente. Il fatto di saper mettere in discussione tutti gli ideali che contraddistinguono un'auto, ha permesso di costruire veicoli dotati di un "carburante" elettrico che mai come prima aveva consentito di raggiungere autonomie di gran lunga superiori a quelle ottenute fino a quel momento.

Oltre a questo, cambiare il concetto di automobile da veicolo in grado di spostare persone a, se così si può definire, "apparato tecnologico" in grado di connettersi con una rete e capace, attraverso un sistema di telecamere e sensori, di consentire la guida autonoma, ha dell'incredibile.

L'unione di menti libere dalla conoscenza dei processi di costruzione di veicoli ha consentito di poter trarre grande vantaggio nell'essere il first-mover di questo ambito. Le altre case automobilistiche, chiaramente, si stanno attrezzando a competere, ma questo, come ogni processo di rinnovamento aziendale, richiede tempo. Tempo durante il quale Musk si affretta a organizzare accecanti presentazioni per ogni vettura circa due anni prima dall'effettiva commercializzazione. Questo può creare grande rischio se si dovessero verificare incidenti di percorso, ma anche la trasformazione dell'attenzione del cliente in fiducia, quando in futuro questo saprà che, storicamente, in situazioni analoghe lo scopo è stato raggiunto.

Oltre che della tecnologia, che analizzeremo meglio in seguito, vorrei porre maggiore focalizzazione su quali approcci aziendali hanno portato Tesla ad essere la grande società quotata in borsa che molti conosciamo.

Quali sono le attuali condizioni del mercato che potrebbero creare un vantaggio per il lancio di un nuovo prodotto?

La tutela e la protezione dell'ambiente sono diventate ormai un'esigenza primaria. Se a questo andiamo ad aggiungere un calo del prezzo delle batterie ed una crisi finanziaria, quella del 2008, si può notare come ci siano tutte le condizioni per la creazione di un nuovo tipo di prodotto.

L'opportunità di sfruttare questa situazione per lavorare sodo, ha dato ha Tesla l'impeto per lanciarsi nel mondo delle auto.

Come si possono riorganizzare le capacità per la creazione di una modalità di crescita diversa?

Nella mentalità aziendale di Elon Musk, si può sicuramente notare un'elevata capacità nell'associare il bisogno di una azienda, con la possibile risorsa di un'altra.

Se prendiamo in esame, ad esempio, il telaio di una Tesla Model S, la prima berlina della casa, notiamo come questo sia fatto in alluminio. Come ha fatto Tesla a decidere di utilizzare questo tipo di materiale? Condividendo le risorse di settori differenti. Un'altra azienda di Musk di cui abbiamo parlato poco fa in merito a razzi spaziali, SpaceX, ha dimostrato come l'alluminio utilizzato nella costruzione delle fusoliere, possa essere reso più resistente dell'acciaio se sottoposto a deformazione attraverso una pressa, conoscenza che poi è stata adattata all'ambito automobilistico.

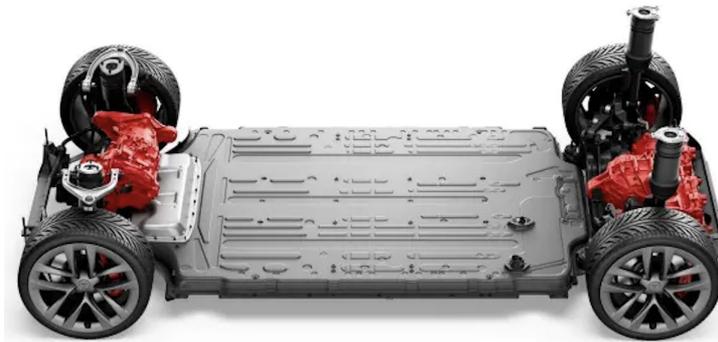


Figura 1.6: Il telaio della Tesla Model S

Fonte: https://www.quattroruote.it/foto/2021/01/28/tesla_model_s_2021_.html

L'introduzione di questa serie di innovazione chiaramente deve essere protetta attraverso la creazione massiva di brevetti. Questo non in Tesla. Forse tra tutte le iniziative, questa è quella che stupisce maggiormente. Tesla ha infatti dichiarato che non citerà in giudizio chi, in buona fede, "trarrà ispirazione" dalle sue tecnologie. L'azienda è nata infatti con lo scopo di accelerare la diffusione della mobilità sostenibile ed anche se inizialmente c'è stata la preoccupazione che altre case automobilistiche avrebbero potuto copiare le tecnologie e sopraffarla grazie ad un nome altisonante costruito in maggiori anni di operatività, questo timore si è dimostrato infondato. Aldilà del nobile scopo, l'intuizione si basa sui numeri. Per l'azienda infatti, non sarebbe pensabile produrre un numero di auto elettriche ad un ritmo tale da controbattere l'aumento della crisi climatica. Di conseguenza il vero avversario

di mercato sono le nuove auto a combustibili fossili, proprio perché se invece le case automobilistiche aumentassero la produzione di veicoli elettrici, tutto il mondo potrebbe trarne benefici. L'idea, nello specifico, è che la filosofia dei brevetti open source possa attrarre e motivare i migliori ingegneri del mondo ad unirsi alla causa, consolidando in questo modo la posizione di Tesla nel mercato.

Dicono che viaggiare su una Tesla sia un'esperienza particolare. La sensazione di poter raggiungere velocità elevate, in breve tempo, nel totale silenzio, assistito da una tecnologia che dialoga in modo ottimale, crea nell'utente la sensazione di guidare qualcosa di unico.

1.4 Comunicazione

Dopo aver elencato i punti di vista introspettivi dell'azienda, vorrei approfondire quelli che sono i fondamenti della comunicazione. Questo perché, si può anche essere davanti ad un prodotto perfetto, ma se non si ha la capacità di comunicarlo nel modo corretto, rimarrà solamente un'idea non capita. Qual è la strategia pubblicitaria dell'azienda numero uno nel settore elettrico? Molto semplice: nessuna pubblicità. Esattamente, nessuna pubblicità, ma un'altissima qualità nei prodotti.

Questo però non vuol dire che l'azienda ha ottenuto il suo successo mediante il passaparola, e non è esattamente vero che la pubblicità sia proprio inesistente. Si tratta infatti di un marketing anomalo, e che utilizza come canale di concentrazione proprio il suo fondatore, Elon Musk. Infatti, guardando i numeri, si nota come il suo profilo Twitter posseda ben 60.7 milioni di follower, contro gli 11.1 della sua azienda. Si nota infatti come sia molto importante costruire una community di "affezionati" che oltre a parlare bene del prodotto, ne discutono in diversi gruppi, mostrando a chi segue dall'esterno un fattore di esclusività. Si può portare come esempio il gruppo di Reddit 'teslamotors' che oltre a contare 1.4 milioni di iscritti, tra gli utenti ha proprio Elon, che occasionalmente risponde ai commenti. Il fatto che uno degli uomini più ricchi al mondo, che più volte si è distinto per il suo genio, si ponga ad un tale grado di vicinanza con persone "comuni", crea maggiore risalto e ammirazione nella sua figura. Infatti, se volessimo andare a scoprire idee e pareri di Musk, più che riferirci a giornalisti che comunemente fanno domande standard, alle quali vengono date risposte standard, conviene, invece, osservare interviste o discussioni con utenti e youtuber appassionati.

Il basare l'attrazione verso il brand da parte degli utenti è un fattore che notiamo anche attraverso la scelta che Tesla ha fatto per essere presente nella vita del consumatore. Al giorno d'oggi infatti, la televisione (allo scopo di divulgare programmi televisivi) è un elettrodomestico sempre meno seguito dalle nuove generazioni. Quindi, perché non puntare su Youtube per mostrare i propri prodotti? Non come un classico slideshow di pochi secondi inserito come mini-video pubblicitario prima del video che l'utente stava per guardare, ma ad esempio come una raccolta, chiamata 'Tesla Costumer Stories', in cui diversi soddisfatti proprietari raccontano perché la loro auto è unica.

L'obiettivo, anche in questo caso, è fare in modo che possedere una Tesla, fare parte di quella cerchia ristretta di utenti, significhi qualcosa, qualcosa che una volta ottenuto si è impazienti ed entusiasti di comunicare agli altri.

Vediamo ora un'altra strategia di vendita. Poniamo il caso che un utente venga a conoscenza di queste nuove auto elettriche a seguito dell'importanza che acquistano oggi tematiche come energia rinnovabile, sviluppo sostenibile,

etc., e decida di avvicinarvisi per conoscere meglio Tesla. Non si troverà alla scrivania di una concessionaria con il venditore che elenca tutti gli optional del veicolo, ma diversamente, in una sorta di "tempio". Tesla con i suoi store, sta creando un luogo in cui gli utenti vadano non solo per informarsi sulla tipologia di veicolo elettrico, quanto per apprezzarne la tecnologia. Proprio per questo, spesso troviamo all'interno degli showroom, il telaio completamente scoperto per permettere di capire come funzionano motore elettrico e batterie. Inoltre un assistente spiegherà tutte le funzionalità tecnologiche che si potranno avere alla guida. Insomma, lo scopo diretto non è vendere ma far respirare aria di innovazione. I clienti sono spesso invitati ad essere curiosi, sia aprendo ogni porta, sia facendo foto al proprio figlio seduto sul sedile di guida dell'auto in esposizione. Per fare ciò, questi store sono spesso luoghi "strategici", come ad esempio in punti ad alto passaggio pedonale, dove la timidezza del cliente è minore. Riguardo alla vendita, possiamo dire che anche questa avviene in modo inconsueto. La funzione principale di questi "templi Tesla", è quella di attrarre il cliente, non vendere. La vendita si opera da casa, magari comodamente seduti sul divano, attraverso il proprio smartphone. Sul sito Tesla, è possibile selezionare il veicolo che ci interessa comprare e prenotarlo attraverso un piccolo pagamento. La cifra maggiore verrà poi erogata nei giorni successivi chiaramente, ma già la velocità di acquisto iniziale pone davvero grandi similitudini con i normali acquisti online, nonostante, in questo caso si tratti di un'automobile.

1.5 Confronto con altre aziende

Arrivati a questo punto, credo sia evidente come, sotto diversi punti di vista, questa società si distacchi completamente dai piani di marketing e dalle strategie aziendali degli altri marchi automobilistici. Riusciamo, però, a trovare delle analogie con un'altra azienda, leader dell'elettronica di consumo: Apple. Sia l'azienda di Steve Jobs che quella di Elon Musk, infatti, nascono entrambe in California. Al giorno d'oggi possiamo definire la Silicon Valley, come una culla di innovazione, che nel corso degli anni ha permesso ad idee anticonformiste, unite ad un grande insieme di competenze, di creare prodotti atipici. Un'altra analogia tra queste aziende è il fatto che il cliente viene messo al centro dell'intero progetto. Una volta acquistato il prodotto l'utente tende a ritenersi "esclusivo", quasi come fosse pioniere di una tecnologia che in pochi comprendono. Questo senso di esclusività, oltre a far produrre molta pubblicità gratuita per l'azienda, tende anche a creare gruppi di "affiliati". Infatti, se non si è mai vista la coda di persone fuori da una concessionaria che non fosse un store Tesla, poco prima dell'uscita di un nuovo modello, la stessa cosa si può dire a riguardo di un negozio di elettronica che non fosse un Apple store.



Figura 1.7: Fila fuori dallo store Tesla Figura 1.8: Fila fuori dallo store Apple

Fonte: <https://www.greenstart.it/tesla-miglior-apple-almeno-giudicare-dalle-code-la-model-3-9839>

Fonte: <http://professionistavip.com/samsung-esiste-il-karma-nel-marketing/apple-store-fila-1280x720/>

La capacità di saper generare un tale senso di attesa da spingere migliaia di persone nel mondo ad accumularsi fuori dai propri negozi a poche ore dall'uscita di un prodotto, evidenzia quanto sia importante stabilire un rapporto di fiducia con il cliente. Questo, infatti, pur non avendo ancora provato il prodotto sa già che, per lui, non ci può essere di meglio. Un elemento che sicuramente si può definire fondamentale per la creazione di questo "legame" e di aspettativa verso l'azienda, è il momento della presentazione. Durante i keynote di queste

due aziende, infatti, non viene semplicemente mostrato il nuovo prodotto, ma viene preparato e curato nei minimi particolari un vero e proprio spettacolo.



Figura 1.9: Keynote Tesla



Figura 1.10: Keynote Apple

A guidare questo vero e proprio spettacolo, ci sono i guru delle società. Perché guru? perché sono le figure che più incarnano l'ideale dell'azienda. Basti pensare a come la morte prematura di Steve Jobs lo abbia trasformato in una sorta di spirito guida per tutti i fan della mela. Pioniere di innovazione che tutt'ora viene stimato. Figura altrettanto carismatica è quella di Elon Musk, che con la sua serie di invenzioni ha dimostrato come per un uomo determinato non ci sia nulla di irraggiungibile. L'ammirazione verso queste figure e il loro "fascino imprenditoriale", sono ulteriori elementi che fanno da calamita per gli spettatori dell'evento. È capitato poi, come per esempio con la Model 3 di Tesla, che nel momento del lancio del prodotto questo ancora non esistesse. Stessa cosa potremmo dirla per un'eventuale "Apple Car".

Queste due aziende hanno il "potere" di lanciare prodotti quasi a scatola chiusa ed avere comunque decine di migliaia di prenotazioni.

Infine, tornando sulla Model 3, possiamo trovare un'analogia importante con l'iPhone SE. Entrambi questi prodotti rappresentano uno stesso concetto di base, ovvero creare il prodotto di un "brand premium" ma ad un prezzo più accessibile, in modo da raggiungere anche quella cerchia di persone che non possiedono i centomila euro necessari per una Model S, o non necessitano di possedere l'iPhone più potente. In conclusione, se fino a giugno 2020 il gruppo Toyota era il costruttore automobilistico maggiormente quotato in borsa, da agosto in poi è stato superato da Tesla, che, anche se nel corso del 2019 ha commercializzato 367.500 veicoli, contro i 10.74 milioni di Toyota, ha raggiunto una capitalizzazione di 207.2 miliardi di dollari, contro di 202 miliardi del gruppo giapponese.

Infine, proprio come Apple, Tesla fa della verticalizzazione aziendale uno dei suoi maggiori punti di forza.

Anche se analizzeremo come questa questione si leghi molto bene alla crisi mondiale di microchip in seguito, ora soffermiamoci sul fatto che questo tipo di logica aziendale deriva dal passato. Con integrazione verticale intendiamo un

assetto organizzativo in cui tutte le risorse di approvvigionamento sono proprietà di un'unica azienda. Uno degli esempi più importanti in tal senso, lo abbiamo nella struttura dell'esercito romano, dove ogni unità della legione doveva essere in grado non solo di combattere, ma anche di costruire accampamenti, creare ponti, trasportare e lavorare il legno e sapersi sfamare autonomamente.

Un altro esempio importante è rappresentato dall'arsenale di Venezia, dove la produzione di galee sia commerciali che da guerra si svolgeva in modo molto rapido, permettendo ad una piccola repubblica di poter dominare i mari. Infine, come ultimo esempio, possiamo prendere il Lingotto di Torino, dove piano per piano all'interno dell'edificio veniva fabbricata l'automobile per poi essere collaudata definitivamente sul tetto, che disponeva di una pista.

Proprio per il fatto che la verticalità di un'azienda è in contrasto con la complessità costruttiva di un prodotto, e per il fatto che il ritmo di innovazione negli anni è andato via via diminuendo, la maggior parte delle aziende ha adottato un approccio orizzontale, dove ci si basa su una catena di fornitori. Sicuramente questo tipo di mentalità ha molti vantaggi, come una riduzione di costi, ma porta sempre più a ragionare a breve termine, per avere un risparmio imminente, ma creando una dipendenza da fornitori terzi.

Nel momento in cui arriva sul mercato un'azienda come Tesla che, grazie alla sua verticalità e alla sua velocità, produce sia automobili che innovazione ad un ritmo importante, le aziende concorrenti non riescono a mantenere queste tempistiche, proprio perché dipendenti da continui rapporti con i fornitori. Un esempio simile lo abbiamo anche con Apple, che proprio recentemente ha rescisso, il contratto per i processori dei propri computer con Intel, andando a produrne uno da sé, più veloce e più potente, il chip M1, o i più recenti M1 Pro ed M1 Max, che sorpassano in prestazioni quasi ogni altro processore sul mercato.

Elon Musk ha avuto la lucidità di individuare quali sono i componenti che non possono essere ceduti all'esterno, e ai quali quindi Tesla, deve provvedere autonomamente:

- *la struttura del veicolo*, sviluppata secondo la tecnica del megacasting, con l'uso di una pressa italiana. Pratica che nessun'altra casa adotta al momento;
- *la composizione delle batterie*, create attraverso una chimica dedicata;
- *avere una propria rete di ricarica*, come quella dei supercharger;
- *lavorare su hardware e software*, progettando in casa sia l'hardware che il software.

Apple a differenza di Tesla, nonostante possieda anch'essa una grande verticalizzazione, attualmente non ha il controllo sull'approvvigionamento delle

batterie, questione che potrebbe diventare un problema se in futuro volesse entrare nel mondo automotive.

Capitolo 2

Tecnologia

2.1 L'automobile

Arrivati a questo punto, dopo aver parlato di mentalità e strategie aziendali, vorrei concentrarmi sul prodotto principale dell'azienda: l'automobile. Tesla vende diversi modelli di auto, da una berlina come la Model 3, ad un SUV come la Model X. La differenza tra queste vetture, però, risiede, oltre che nella forma, solo in una differente potenza e autonomia, perché gli interni sono sostanzialmente gli stessi.



Figura 2.1: Gli interni di Model 3 e Model Y

Fonte: <https://www.autoappassionati.it/interni-tesla-model-3-come-sono/>



Figura 2.2: Gli interni di Model S e Model X

Fonte: <https://www.tomshw.it/automotive/vi-piacciono-gli-interni-futuristici-ci-pensa-tesla-con-model-s-e-x-my-2021/>

Avere un allestimento interno semi-comune tra tutti i modelli, permette di velocizzare ulteriormente il processo produttivo. Inoltre l'acquisto avviene esclusivamente tramite il sito ufficiale. Tale sito, però, non presenta un configuratore come le classiche case automobilistiche, ma al contrario, permette di personalizzare solamente colore degli esterni e degli interni, la scelta tra due tipi di cerchi, ed un eventuale autopilot avanzato. Se dell'autopilot parleremo meglio successivamente, è importante dire che questa configurazione "scarna" non è dovuta al fatto che l'azienda ritenga non importante la tecnologia alla guida, al contrario fornisce praticamente tutto di serie.

Tutte le funzioni del veicolo vengono comandate dall'utente attraverso il display centrale. Qui, oltre a funzioni più comuni come la regolazione dell'aria condizionata o del volume della radio sono presenti una vasta gamma di funzioni innovative. Tra queste, c'è anche un enorme catalogo multimediale a disposizione durante il tempo delle ricariche attraverso canali come Youtube, Netflix, Spotify, Disney+, etc...

La cosa più importante da dire però riguardo alla dotazione delle macchine Tesla è che queste escono dalla fabbrica già dotate di tutto l'hardware necessario in caso gli utenti decidano di "potenziarle" successivamente. Inoltre una peculiarità di questi veicoli è il fatto che vengano aggiornati all'ultima versione del sistema operativo anche dopo anni dal loro acquisto, avendo quindi sempre l'ultima versione disponibile.

Questo tipo di approccio, ancora una volta la slega completamente da un'automobile classica, ed è reso possibile per il fatto che il software si trova al centro del sistema. Ma perché porre il sistema operativo al centro della produzione del veicolo porta ad un così vasto distacco dagli altri mezzi di trasporto comuni?

Nel 2001, un gruppo di diciassette sviluppatori software, crea il Manifesto Agile, un insieme di principi e valori fondamentali riguardo alla creazione del software. Questo si basa su quattro principali valori fondamentali:

- *interazione individuale su processi e strumenti;*
- *software funzionante, rispetto ad una documentazione dettagliata;*
- *collaborazione con i clienti;*
- *risposta al cambiamento;*

In sostanza, l'innovazione segue completamente e costantemente i bisogni del cliente.

"Partire dall'esperienza del cliente e lavorare a ritroso verso la tecnologia" - Steve Jobs[4]

Questa frase, pronunciata dal leader di Apple, è un ideale che Tesla segue con grande attenzione. Ponendo una così grande rilevanza alle esigenze del cliente e mettendo il software al centro, si arriva ad un risultato molto diverso da quello delle altre case. Se prima di Tesla, quando si comprava un'auto, questa rimaneva tale e quale fino a quando non era da sostituire, adesso, chi possiede una Tesla, si trova ad avere la massima potenza e tecnologia dell'hardware, unita ad un sistema operativo in continuo aggiornamento.

Ma c'è di più, questi aggiornamenti non solo aggiungono funzioni, ma possono andare a migliorare le prestazioni dell'auto. Se ad esempio si comprasse una versione dotata di una determinata potenza del motore, ed in seguito si desiderasse una potenza maggiore, non servirebbe cambiare la macchina, ma basterebbe acquistare un aggiornamento che aumenti le prestazioni del veicolo. Se però il fatto di voler potenziare il veicolo può essere visto come un esempio abbastanza raro, molto più utile può risultare invece la risoluzione di problemi hardware tramite un aggiornamento software. Chiaramente tutta questa logica non "fisica" si trova nei più innovativi componenti hardware. Tra questi vi sono i microchip. Questi circuiti integrati sono fondamentali non solo per le macchine dell'azienda di Palo Alto, quanto anche per marchi come Ford, Volkswagen, etc.. .

Da circa un anno abbiamo assistito ad una crisi mondiale di questi componenti, che ha interessato tutti i settori industriali ma in particolare quelli automobilistici. Infatti oggi la componente elettronica su ogni veicolo è cresciuta notevolmente, dai display ai diversi sensori per la guida e per i parcheggi. Se nella prima metà del 2020 la produzione di chip è rallentata in tutto il mondo

fino a quasi arrestarsi, nella metà successiva ha ripreso ad un ritmo molto sostenuto. La maggior parte delle aziende automobilistiche adotta un modello di business chiamato: "just in time supply chain", che prevede l'acquisto delle risorse solo per soddisfare la produzione già programmata, al fine di evitare l'accordarsi di materiale nei magazzini. Di conseguenza, dato che appunto nella prima metà del 2020 le società avevano arrestato la produzione, nella seconda metà si sono affrettate a fare enormi ordini per i microchip. Non solo le aziende automobilistiche hanno aumentato la domanda, ma anche i produttori di dispositivi elettronici. I chip destinati al settore informatico, in quanto più elaborati, rendono maggiore guadagno ai produttori, di conseguenza il settore delle automobili è stato messo in secondo piano, causando grandi rallentamenti nella catena di produzione. Come sopravvivere, quindi, ad una crisi che interessa dei componenti fondamentali come i microchip?

Ad inizio anno Tesla aveva segnalato agli investitori i problemi con i fornitori, ma a differenza degli altri produttori, che hanno meno flessibilità nelle fasi produttive, è riuscita a riprogrammare una parte delle forniture di chip, andando a sfruttare la flessibilità dei propri sistemi.

"Siamo stati in grado di sostituire i chip con alcune alternative, e poi riprogrammarli nel giro di poche settimane. Non si è trattato solamente di sostituire un chip: abbiamo dovuto riscrivere il software." - Elon Musk[5]

Tesla infatti sviluppa da sé un grande numero di sistemi da integrare nei propri veicoli, quindi, andando ad utilizzare diversamente alcuni chip e andando a riprogrammare il software per leggerli, è riuscita a mantenere ad alti livelli la produzione. Così facendo mentre il ritmo di molte aziende automobilistiche è andato calando, quello della società di Elon, tra luglio e settembre, è cresciuto del 73%, rispetto allo stesso periodo dell'anno prima.

2.2 Autopilot e Full Self Driving

Sicuramente tra tutte le tecnologie che troviamo all'interno di un veicolo Tesla, quella che spicca di più tra le altre è sicuramente l'autopilot, ovvero un sistema che attraverso una rete di sensori e attuatori permette alla macchina di muoversi autonomamente. Ma come funziona nello specifico questa tecnologia? Prima di andare a presentare la soluzione ideata da Tesla, è bene chiarire cosa intendiamo precisamente per guida autonoma. Innanzitutto la parola "autonomia" legata all'ambito automobilistico descrive, appunto, il grado di guida autonoma che un veicolo a motore possiede. Questo include, quindi, funzionalità differenti con i relativi termini e le relative definizioni:

- *Livello 0 (nessuna automazione)*, tutti gli aspetti della guida sono completamente nelle mani dell'uomo. Egli è l'unico in grado di gestire direzione e velocità dell'automobile. Di solito appartiene a vetture prodotte prima degli anni 2000;
- *Livello 1 (guida assistita)*, la macchina assiste l'uomo alla guida in alcuni compiti. Fanno parte di questa categoria le funzionalità del "Cruise Control" e del "Cruise Control adattivo", che lasciano alla vettura il compito di mantenere una velocità impostata;
- *Livello 2 (automazione parziale - ADAS)*, alcune funzioni automatizzate vanno ad aiutare l'uomo alla guida lavorando insieme a lui in sinergia. Il conducente in questo caso, in contesti come ad esempio l'autostrada o in zone dove si verificano rallentamenti a causa del traffico, può non preoccuparsi di gestire freno e volante, ma deve mantenere comunque un elevato livello di attenzione. Es: autopilot Tesla (con regolamentazione europea);
- *Livello 3 (automazione condizionale - ADS)*, in alcune circostanze la macchina è in grado di provvedere a tutti gli aspetti della guida, come ad esempio operazioni su acceleratore, freno e sterzo. Il pilota interviene solo in caso di avversità o pericolo. In Europa questo tipo di regolamentazione non è ancora consentita;
- *Livello 4 (automazione elevata)*, sotto determinate condizioni l'auto provvede a tutte le funzioni della guida, l'attenzione che l'uomo deve esercitare cala enormemente e la macchina ha la facoltà di saper gestire anche situazioni molto complesse. Le vetture con questo tipo di tecnologia sono in grado di comunicare fra loro per meglio reagire a possibili imprevisti o situazioni pericolose. Es: automobili a guida autonoma di Google;

- *Livello 5 (automazione completa)*, la macchina gestisce tutti gli aspetti della guida, non esiste più il concetto di guidatore ma solamente di passeggero. In questo caso in futuro potranno sparire elementi come il volante o i pedali, le auto saranno connesse tra loro e in grado di comunicare con ogni infrastruttura. Grazie a questo ecosistema potranno essere in grado di gestire qualsiasi situazione in totale autonomia.

Esistono però diversi approcci alla costruzione dell'autonomia alla guida. Questo si può notare prendendo in esame le filosofie di Tesla e di Waymo (azienda dell'ambiente Google). Waymo prevede principalmente l'utilizzo di Lidar, laser in grado di scansionare in modo molto dettagliato l'ambiente circostante (troviamo un componente di questo tipo anche su iPhone 12 Pro per la scansione dei volti), e le Mappe HD, che riguardano territori specifici rimappati nel dettaglio per consentire lo spostamento dell'auto in modo molto più sicuro. Tesla ha un approccio che viene definito "camera-based", più lento all'inizio ma che poi può arrivare ad avere una maggiore flessibilità di utilizzo, proprio perché non necessita di una precedente mappatura del territorio. Infatti in situazioni come quella delle strade Europee o in strade interessate spesso da lavori di costruzione, un approccio che va ad utilizzare una mappature in HD diventa poco utile proprio perché la conformazione della strada cambia continuamente.

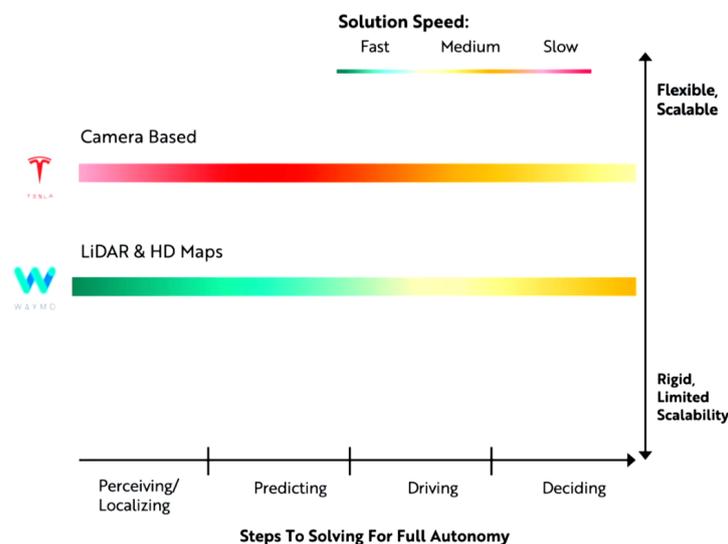


Figura 2.3: Gli approcci di Tesla e di Waymo a confronto

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=YGa3tpZ6l-w&ab_channel=PensaForte

Oltre a questo diventa poi importante arrivare a collezionare un'elevata dose di dati statistici da fornire alla propria intelligenza artificiale. Si va quindi

a creare una vera e propria gara di raccolta dati, dove Tesla è arrivata a concentrare, per il momento, fino a 6 miliardi di miglia percorse, attraverso i veicoli distribuiti ai suoi utenti. Attualmente, la flotta di Tesla è in grado di accumulare 30 milioni di miglia di dati al giorno.

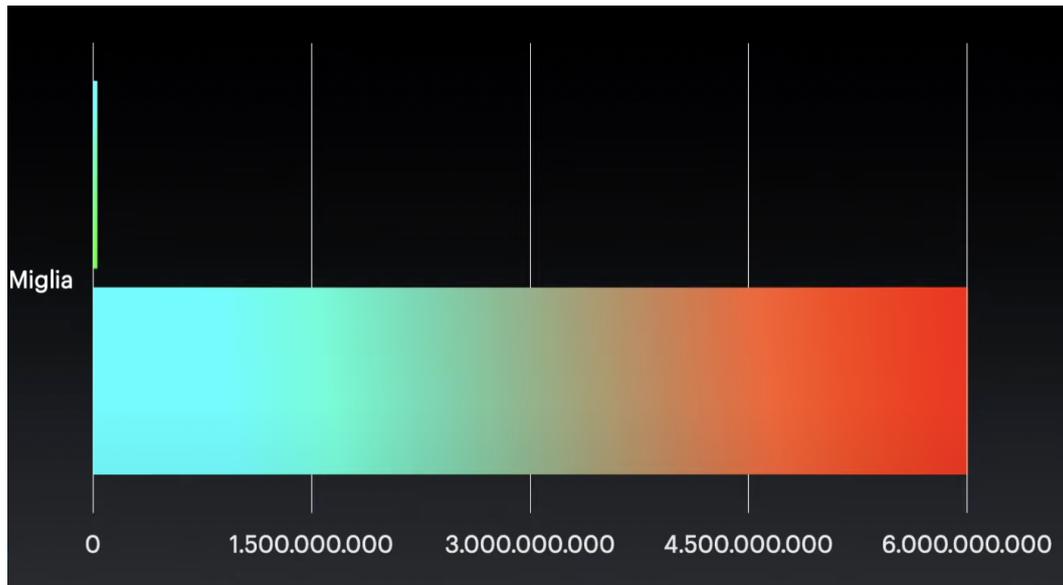


Figura 2.4: La mole di dati raccolti dalle due aziende a confronto

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=YGa3tpZ6l-w&ab_channel=PensaForte

Andando nello specifico del sistema di Tesla, questo si basa su una rete neurale, a sua volta suddivisa in 48 reti più specifiche, che analizzano fino a 1000 input, ricevuti dall'ambiente esterno, 2300 volte al secondo[6]. Per raccogliere questi dati dall'esterno, si basa sull'interazione tra seguenti componenti hardware:

- 1 *radar*, che cattura segnali fino a 160 metri, anche in caso di nebbia o polvere;
- 4 *telecamere frontali*, con portata tra i 60 e i 250 metri;
- 4 *telecamere laterali*, con portata tra i 60 e i 250 metri;
- 1 *sonar*, che controlla i dintorni dell'auto, ponendola al centro di una circonferenza con raggio di 8 metri;
- 1 *GPS*, che si occupa di mantenere il corretto posizionamento del veicolo in carreggiata.

Qui lo schema, preso dal sito ufficiale di Tesla, che mostra il raggio di azione di questi componenti.

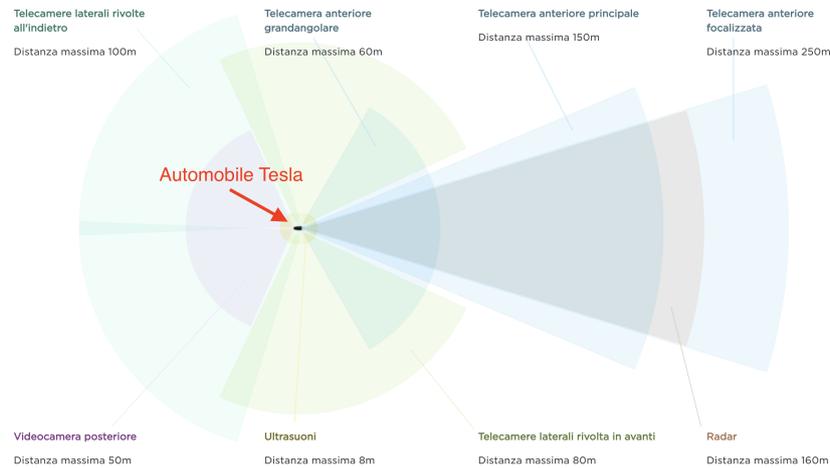


Figura 2.5: I raggi di azione dei componenti elettronici a disposizione dell'autopilot

Fonte: tesla.com/it_IT/tautopilot

L'insieme di tutti gli input raccolti migliaia di volte al secondo vengono elaborati in un processore centrale denominato ASIC (Application Specific Integrated Circuit), che, attraverso diversi algoritmi di machine learning, invia i corrispondenti segnali agli attuatori del veicolo per regolare parametri come posizione, velocità, etc..

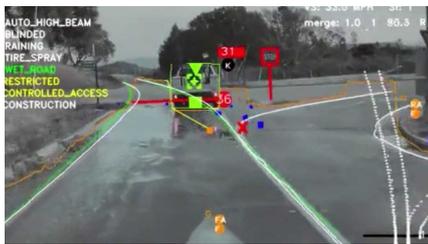


Figura 2.6: Come l'autopilot monitora l'ambiente esterno

Fonte:

<https://insideevs.it/news/430280/tesla-autopilot-come-funziona/>



Figura 2.7: Come il guidatore vede l'ambiente esterno dal display

Fonte: <https://www.teslarati.com/tesla-autopilot-vehicle-lane-detection-off-ramp/>

L'unione di queste tecnologie rende l'autopilot Tesla una vera e propria "killer feature" nei confronti dei competitor. Oltre a questo però è importante porre grande attenzione su come l'azienda è riuscita negli anni a dare forma a tale progetto.

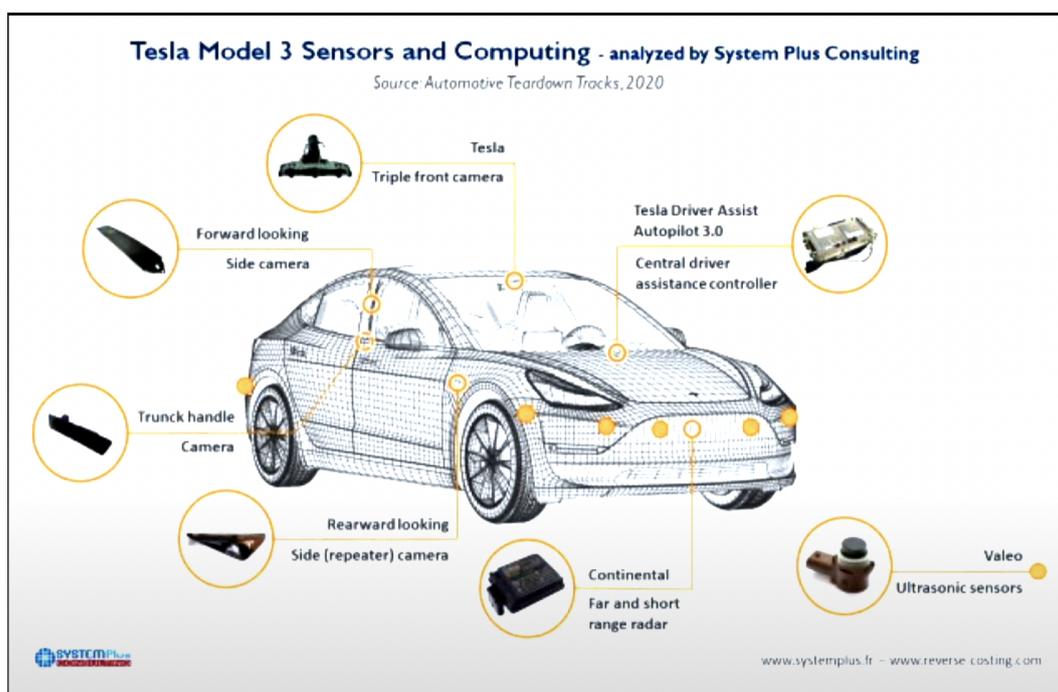


Figura 2.8: Uno spaccato della componentistica di un'automobile Tesla
 Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=YGa3tpZ6l-w&ab_channel=PensaForte

Vediamo come fino ad oggi Tesla si avvale, oltre agli altri componenti, anche di un radar costruito da Continental, che viene montato ad esempio anche su veicoli Audi o Volkswagen. Il vantaggio infatti non sta in questo, ma nella scheda logica di Tesla. L'azienda inizialmente si basava su una microprocessori progettati dall'azienda NVIDIA, ma nel 2019 lancia la propria scheda. Questa, denominata Hardware 3.0, ha un miglioramento di 21 volte rispetto al modello precedente ed è in grado di computare fino a 144 trilioni di operazioni al secondo. È già stato annunciato, però, che al termine del 2021 inizierà ad utilizzare una nuova scheda hardware 4.0, che arriva a raggiungere 432 trilioni di operazioni al secondo.

Tornando al radar citato poco fa, capiamo come questo si trovi in difficoltà in condizioni meteorologiche avverse o di fronte a lavori stradali. Proprio per questo motivo nel sistema a guida autonoma completa Full Self Drive (FSD) disponibile negli Stati Uniti per una ristretta cerchia di beta-tester, si va ad utilizzare un sistema totalmente diverso dalla concorrenza, che si

basa esclusivamente sull'uso di videocamere, e che, nel suo centro possiede un supercomputer denominato Dojo, per la gestione delle reti neurali.

L'informazione più interessante riguardo a questo sistema è che non necessita di alcuna supervisione da parte dell'uomo, grazie all'uso di microprocessori NPU (Neural Processing Units), che sono pensati esclusivamente per svolgere poche operazioni ma molto specifiche. Elon Musk ha da poco prospettato grazie a questa nuova versione dell'hardware un drastico aumento dell'efficienza con cui il computer apprende nuove situazioni di guida, passando da 3 giorni a 7 ore. Per arrivare ad avere questa forma di "intelligenza" sul veicolo è certamente necessario, secondo i principi fondamentali del machine learning, addestrare il sistema, prima di permettergli di circolare. Per fare questo, serve basarsi su una grande mole di dati. Nel 2020 Tesla poteva contare su una flotta di novecentomila veicoli, che, connessi ad internet 24 ore su 24, che, ancora oggi ed in modo totalmente anonimo, inviano costantemente i dati relativi agli elementi che "catturano" sulla strada.

La lista di parametri catturati sarebbe infinita, in questa infatti rientrano semafori, segnaletica, posizioni dei veicoli, etc... .

Una delle cose che però riveste un ruolo fondamentale, sono le informazioni relative alle reazioni che il guidatore ha nei confronti delle diverse situazioni stradali. Ad esempio, se improvvisamente un animale dovesse attraversare la carreggiata, e il conducente lo evitasse, questo tipo di reazione verrebbe inviata e memorizzata. Se pensiamo quindi a questa situazione su larga scala capiamo come il sistema, piano piano, con sempre più dati a disposizione, comprenda che in quella situazione deve evitare l'animale.

Sul mercato esistono altre soluzioni simili, come ad esempio in casa Toyota con "Openpilot", o come il "Propilot" di Nissan. Tuttavia però, al momento, nessun altro sistema è in grado di essere veloce, efficiente ed affidabile come quello di Tesla.

Di questa tecnologia vi sono tre diversi livelli:

- *autopilot Base:[7]*
 - *Cruise Control adattativo*, consente di adeguare la velocità del veicolo a quella del traffico
 - *Sistema di auto sterzata*, fornisce assistenza durante le sterzate all'interno di una corsia chiaramente contrassegnata e utilizza il Cruise Control adattativo

- *autopilot avanzato:[7]*
 - *Tutte le funzioni disponibili nell'autopilot base*

- *Cambio di corsia automatico*, aiuta a spostarsi in una corsia adiacente in autostrada quando il conducente attiva l'indicatore di direzione
 - *Navigate on autopilot (Beta)*, aumenta attivamente la funzione di Cambio di corsia automatico fornendo al conducente una guida per raggiungere le rampe di accesso e di uscita dell'autostrada, suggerendo anche cambi di corsia e fornendo una navigazione tra gli svincoli
 - *Autopark*, aiuta a parcheggiare il veicolo in parallelo o in perpendicolare con un semplice tocco sul display
 - *Summon*, consente di muovere l'auto in entrata e uscita da uno spazio stretto utilizzando l'app per dispositivi mobili
 - *Smart Summon*, l'auto potrà affrontare ambienti e parcheggi più complessi, effettuando manovre tra gli oggetti per avvicinarsi al luogo in cui ti trovi.
- *Guida al massimo potenziale: FSD[7]*
 - *Tutte le funzionalità dell'autopilot versione base e dell'autopilot avanzato*
 - *Controllo dei semafori e degli stop (Beta)*, identifica i segnali di stop e i semafori e, sotto la supervisione attiva, rallenta il veicolo fino a fermarlo.
 - *Disponibili prossimamente*: sistema di auto sterzata sulle strade cittadine

A differenza di un altro veicolo al momento dell'acquisto è possibile mantenere solo le funzioni di serie per andare poi a sbloccare una versione "potenziata" successivamente, attraverso un aggiornamento software.

"Man mano che queste funzioni di guida autonoma si evolveranno, la tua auto effettuerà continuamente degli upgrade mediante aggiornamenti software via Internet" - Tesla[7]

Se le auto di questa azienda arrivano al consumatore già dotate di hardware completo per futuri upgrade, e possono essere sbloccate ad un livello superiore, come nel caso dell'autopilot, anche successivamente, è importante, proprio riguardo alla guida autonoma, spiegare un'ulteriore cosa: una Tesla è dotata di un livello tecnologico sufficiente a consentirle una guida totalmente autonoma, cosa che al momento è testata, ad esempio, negli Stati Uniti. Qui l'auto è capace di arrivare da un punto di partenza A ad un punto di arrivo B, in totale

autonomia. Il conducente non deve fare altro che sedersi e impostare sul display centrale il punto di arrivo. In Europa, purtroppo, questo non è consentito. Le norme europee, infatti, vanno a limitare pesantemente le capacità di questo pilota automatico. Tra queste, ad esempio, c'è una limitazione sul raggio di sterzata che l'autopilot può effettuare, rendendo impossibile, ad esempio, superare le rotonde. Stessa cosa si può dire per i semafori, se negli USA, è possibile attraversare incroci regolati da semafori, qui le norme impediscono all'auto di leggerli. Queste scelte derivano probabilmente dalla valutazione della guida autonoma come non ancora totalmente sicura. Vorrei quindi andare ad analizzare il fattore etico, che, inevitabilmente, si lega strettamente a questa tecnologia.

Circa cinque anni fa nel nord della Florida, Joshua Brown, un uomo di circa quarant'anni alla guida di una Tesla Model S, ha perso la vita in seguito ad uno scontro con un camion, mentre era abilitato l'autopilot.

Nello specifico, il camion possedeva un rimorchio rialzato da terra, e, durante una svolta a sinistra per immettersi in una strada perpendicolare, non è stato riconosciuto dalla guida autonoma di Tesla. Lo schianto ha quindi distrutto tutta la parte superiore dell'abitacolo, portando poi la macchina a sfondare alcune recinzioni per poi arrestarsi in un campo. Questa vicenda ha dato modo ad un'enorme quantità di media di condividere la notizia. L'autopilot di Tesla aveva fallito, ed era uno scoop da non perdere.

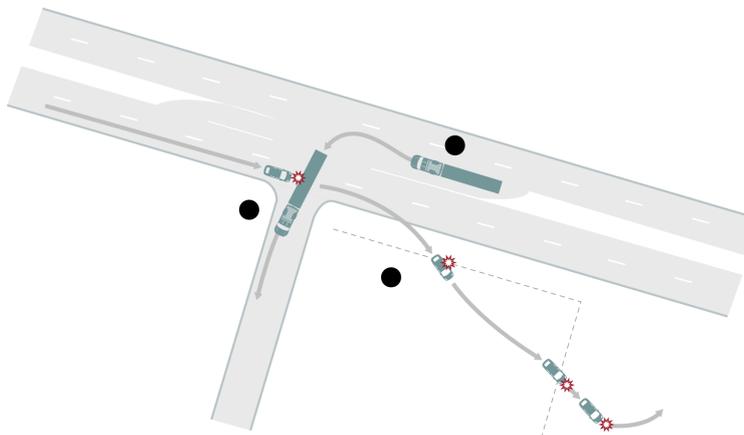


Figura 2.9: Raffigurazione dell'incidente

Fonte: <https://www.teslaclub.it/la-responsabilita-dell-incidente-mortale-con-il-pilota-automatico-tesla.html>

Andiamo però ad analizzare meglio la questione. Per cominciare, è importante dire che Tesla dichiara sin dall'inizio della costruzione di questo tipo di

intelligenza artificiale, che questa richiede l'attenzione del guidatore. A chi guida non è consentito dormire o stare al cellulare, ma, attraverso degli avvisi temporanei, la macchina impone periodicamente di toccare il volante, al fine di assicurarsi che il conducente sia attivo. Se questo non avviene per un tempo prolungato, la macchina accende le quattro frecce e rallenta progressivamente fino a fermarsi, arrivando anche a chiamare autonomamente le autorità. Proprio riguardo a questo, è importante evidenziare quanto riportato dall'azienda poco dopo questo incidente, ovvero che nonostante l'evidente situazione di pericolo, il pedale del freno non è stato minimamente premuto dal conducente. La guida autonoma e semi-autonoma di Tesla sono pensate, infatti, per creare una collaborazione tra uomo e macchina che porti a ridurre in modo drastico collisioni ed incidenti. Ciò non va visto come uno stile di guida in cui, dopo aver abilitato l'autopilot, il conducente è libero di distrarsi, ma è proprio grazie ad una collaborazione che, come evidenziano diverse statistiche, si ha una buona diminuzione di incidenti.

Detto questo, nonostante, stando ai dati di cinque anni fa, si sia verificata una sola morte in 209 milioni di chilometri, è importante dire che in questa circostanza la tecnologia ha sbagliato. Su questo non c'è giustificazione che tenga, ma la responsabilità dell'incidente è da attribuire all'uomo. Ed è proprio per evitare situazioni simili, che quest'azienda specifica che l'autopilot è in versione Beta, ancora in fase di test e, quindi, non deve e non può essere utilizzato come se fosse già perfetto.

Sicuramente è importante tenere sempre a mente che è l'uomo il padrone della tecnologia, e come tale ne è responsabile, proprio perché nel caso una delle figure fallisca, o non sia pronta ad intervenire, l'altra deve prendere il sopravvento e comandare la situazione. Proprio a questo riguardo possiamo concludere col dire che circa un mese prima dell'impatto, la stessa macchina con a bordo Joshua Brown, aveva già evitato una collisione grazie al pilota automatico.

2.3 Software

Dopo aver analizzato la questione relativa alle tecnologie legate alla guida autonoma, occorre sottolineare un'ulteriore particolarità del software di Tesla. Oggi, qualsiasi macchina costruita in tempi recenti, possiede un elevato quantitativo di elettronica a bordo. In un veicolo attuale ci sono infatti decine di 'centraline' di fornitori differenti, che dialogano tramite una soluzione di stampo informatico, i bus di dati.[8] Il funzionamento di questi sistemi si basa sulla cooperazione dei componenti. Questa scelta, seppur risulti comunque essere una valida soluzione, prevede una comunicazione su, appunto, prodotti di diversi costruttori, che di conseguenza posseggono sistemi operativi e middleware separati. Per fare qualche esempio:

- *Aisin*, si occupa principalmente dei sistemi di parcheggio automatico, che utilizzando i sensori del veicolo, in cooperazione con freno e acceleratore, permettono di effettuare la manovra con successo;
- *Arm*, azienda per la produzione dei processori;
- *Autoliv*, si occupa della sicurezza e degli airbag;
- *Etc...*

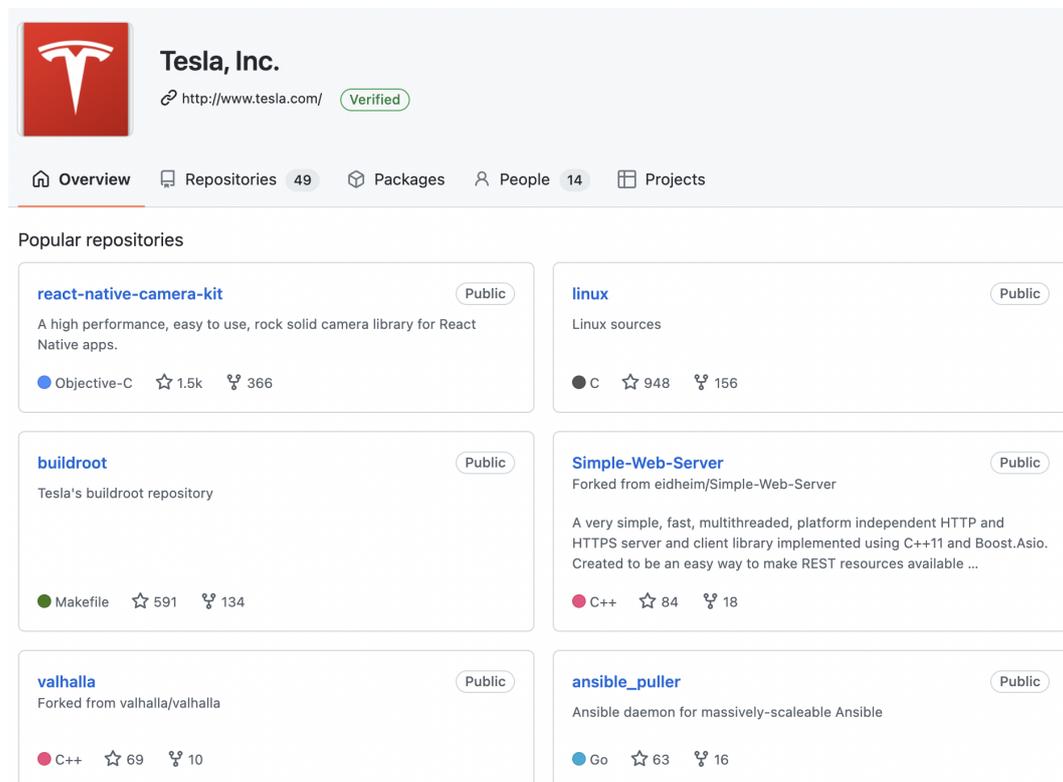
Questo tipo di frammentazione, oltre che rallentare il processo di rinnovamento, crea molte difficoltà nella risoluzione di problemi. Ovvero, per effettuare qualsiasi modifica è necessario, in concessionario, mettere le mani sui veri e propri "pezzi".

Su una Tesla, diversamente, il software detiene il ruolo fondamentale. Il sistema operativo, derivante da Linux, è al centro del sistema. In questo modo tramite un'applicazione per cellulare è possibile interagire con il veicolo, e si ha la possibilità di migliorare da remoto i parametri dell'automobile. Secondo Consumer Reports la distanza d'arresto della Tesla Model 3 è diminuita di 6 metri nella classica prova di frenata alla velocità di 60 miglia/ora (96,6 km/h), ritornando ai circa 40 metri delle berline premium.[8]

Il concessionario assume sempre meno importanza e permette un'elevata personalizzazione dei veicoli nel tempo. Il software, oltre che dialogare con gli algoritmi della guida autonoma, raccoglie dati su tutti i parametri della guida, che vengono poi elaborati all'esterno, e sulla base dei quali sono poi effettuati eventuali aggiornamenti. Infine è importante evidenziare il fatto che in questo modo si arriva ad un maggiore prezzo di rivendita dell'usato, proprio perché il sistema operativo rimane aggiornato nel tempo. Sicuramente questa nuova mentalità avviata da Tesla prevederà un grande cambio di approccio anche nel resto delle case automobilistiche. Per fare fronte a ciò una soluzione iniziale

potrebbe essere lo sviluppo di un software End to End che permette di "servire" tutti i differenti sistemi del veicolo. Una base di codice comune di questo tipo, oltre che prevedere solo una parziale riscrittura del codice, aumenterebbe anche la cybersecurity. Infine un altro aspetto rende molto appetibili i sistemi operativi automotive: la possibilità di una gestione flessibile e dinamica delle risorse computazionali, ad esempio supportando gli Adas in caso di difficoltà. [8]

Tesla basa il suo sistema operativo su una versione di Linux, e proprio per rimanere in un'ottica "senza brevetti", permette di scaricare diversi dei suoi pacchetti software a chiunque dal sito di GitHub.com.



The image shows the GitHub profile page for Tesla, Inc. The profile includes the Tesla logo, the name "Tesla, Inc.", a verified status, and a link to their website. Below the profile are navigation tabs for Overview, Repositories (49), Packages, People (14), and Projects. The "Popular repositories" section displays six repositories:

- react-native-camera-kit**: A high performance, easy to use, rock solid camera library for React Native apps. 1.5k stars, 366 forks.
- linux**: Linux sources. 948 stars, 156 forks.
- buildroot**: Tesla's buildroot repository. 591 stars, 134 forks.
- Simple-Web-Server**: Forked from eidheim/Simple-Web-Server. A very simple, fast, multithreaded, platform independent HTTP and HTTPS server and client library implemented using C++11 and Boost.Asio. Created to be an easy way to make REST resources available ... 84 stars, 18 forks.
- valhalla**: Forked from valhalla/valhalla. 69 stars, 10 forks.
- ansible_puller**: Ansible daemon for massively-scaleable Ansible. 63 stars, 16 forks.

Figura 2.10: Il repository di Tesla su GitHub.com

Fonte: <https://github.com/teslamotors>

Anche altre case attualmente stanno lavorando in questa direzione, in primis il gruppo Volkswagen.

Il gruppo Renault invece sta elaborando un progetto denominato "Plug&Charge", che prevede l'installazione di colonnine di ricarica capaci di rilevare e caricare in modo automatico i veicoli elettrici compatibili con esse.

Tesla sta facendo da apripista di una nuova dotazione tecnologia all'interno

delle automobili ma cosa più importante, che le da il maggiore vantaggio competitivo, è l'aver progettato in quest'ottica fin dall'inizio, arrivando ad un livello tecnologico che concede di definirla no un'azienda automobilistica che lavora sulla tecnologia, bensì un'azienda IT che sviluppa, tra il resto, autoveicoli.

2.4 Applicazione Tesla per cellulari

In stretto rapporto con le proprie automobili, Tesla ha costruito un applicazione per cellulari che, in generale, consente di monitorare l'auto a distanza e di farle eseguire alcune azioni da remoto.

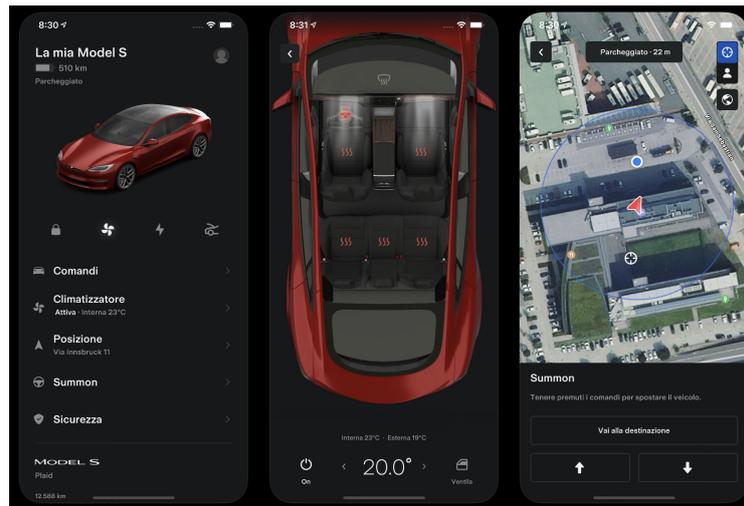


Figura 2.11: Una panoramica dell'applicazione per dispositivi mobili

Fonte: <https://www.melamorsicata.it/2021/09/01/lapp-di-tesla-per-ios-si-rinnova-con-la-versione-4/>

Questo tipo di integrazione avviene anche per altri brand, ma qui abbiamo un livello di dettaglio e di funzioni superiore. Ecco un elenco delle principali azioni che si possono compiere:

- *Comandi per il monitoraggio[9]*
 - *visualizzazione dello stato di carica*
 - *individuare la posizione del veicolo sulla mappa del territorio*
- *Comandi per far compiere delle azioni al veicolo[9]*
 - *avviare o interrompere il processo di ricarica*
 - *scaldare o rinfrescare l'abitacolo prima di mettersi alla guida*
 - *aprire o chiudere il veicolo a distanza*
 - *far lampeggiare i fari*
 - *suonare il clacson*

- *aprire o chiudere il tetto panoramico*
- *controllare i contenuti multimediali del display centrale*
- *aggiornare il software della vettura*
- *aprire cofano, portellone posteriore e sportello di ricarica*
- *accendere il veicolo*
- *attivare modalità Valet, per limitare le funzioni del veicolo per la guida di terzi*
- *impostare un limite massimo di velocità raggiungibile*
- *inviare un indirizzo da app come Google Maps e visualizzarlo nel display centrale*
- *attivare il Summon, ovvero il movimento autonomo del veicolo in un'area ristretta*

L'ecosistema di interazione che si va a creare con l'auto e anche eventuali colonnine di ricarica casalinghe, appare unico per il fatto che c'è una perfetta integrazione tra ogni sottosistema, permettendo all'utente di eseguire azioni difficilmente replicabili con un altro veicolo.

2.5 Supercharger

Al giorno d'oggi uno dei limiti che può portare a scartare una vettura elettrica come sostituzione del proprio veicolo a motore termico è la diffusione dell'infrastruttura di ricarica. Legata a questa, infatti, a detta di molti c'è il fatto che l'automobilista entra in uno stato di "ansia da ricarica" nel momento in cui vede la batteria della macchina scaricarsi. Esistono due tipi di colonnine di ricarica:

- *Colonnine per la ricarica a corrente alternata;*
- *Colonnine per la ricarica a corrente continua.*

Tra le prime, anche se non si tratta di vere e proprie colonnine, troviamo le wallbox, che, collegate alla rete di corrente domestica, arrivano ad erogare una potenza di 3,5 kW. Questo tipo di ricarica è adatto a rifornimenti che richiedono tempi lunghi. La modalità d'uso principale si basa sul fatto che l'utente, giornalmente, lascia caricare l'automobile di notte, parcheggiata ad esempio nel proprio garage. Al di fuori delle mura domestiche troviamo colonnine più veloci con una potenza che può raggiungere i 43 kW di potenza. Vediamo come questo tipo di ricarica non arriva a potenze veramente elevate.

Per ovviare a questo problema, benché il primo tipo sia molto diffuso, per permettere tempi di ricarica minori si ricorre invece al secondo tipo. In questo caso le colonnine per la ricarica rapida in corrente continua vanno a convertire l'alimentazione prima che questa arrivi al veicolo, arrivando ad ottenere una potenza massima di 200 kW, che consente quindi di avere grande comodità d'uso soprattutto in ambito autostradale.

In questo ultimo gruppo rientrano i Supercharger, ma cosa sono esattamente?



Figura 2.12: Un esempio di una stazione di ricarica Supercharger

Fonte: <https://www.dday.it/redazione/23874/tesla-unisce-lo-stivale-il-supercharger-arriva-in-calabria>

Tesla, fin dagli albori, ha intuito quanto importante fosse per la distribuzione dei suoi veicoli, il fatto che questi potessero contare su un'infrastruttura di ricarica veloce, facile e molto diffusa. Oltre a raggiungere picchi di potenza addirittura di 250kW, come nel caso del supercharger versione V3 (che si trova a Forlì), l'esperienza d'uso è sicuramente la più semplice rispetto ai competitor. Se comunemente, nelle altre colonnine, l'utente deve essere dotato di un cavo di ricarica proprio, scannerizzare la carta di credito, e addentrarsi in una serie di difficoltà d'uso, che, purtroppo, ancora oggi capitano, qui la situazione è ben diversa.

Partiamo dal principio, tornando a come detto precedentemente, tutte le funzioni delle auto Tesla si comandano dall'enorme display centrale. Nel momento in cui si imposta una destinazione il sistema verifica autonomamente se occorrerà ricaricare le batterie, e imposterà il percorso di arrivo di conseguenza. All'avvicinarsi della stazione di ricarica Supercharger la macchina inizia un pre riscaldamento delle batterie, consentendo poi di avere tempi di ricarica minori e una minore usura delle celle. Arrivato, l'utente non dovrà fare uso di propri connettori, tessere o interagire con l'applicazione, ma dovrà semplicemente collegare il cavo presente, al proprio veicolo. Successivamente poi il pagamento verrà inviato al proprio account. Nient'altro.

Inoltre, se dovesse riscontrare qualsiasi problema, il cliente può contare sull'assistenza Tesla che è in grado di risolvere la maggior parte dei problemi da remoto.

Oltre alla velocità di ricarica, che permette una ricarica dell'80% in circa mezz'ora, e alla praticità d'uso, riveste enorme importanza il fatto che questo tipo di stazioni si trovano, a detta di Tesla, ad una distanza di circa 150 km l'uno dall'altro, soprattutto in ambito autostradale.



Figura 2.13: In rosso i supercharger attuali, in grigio quelli che verranno aperti prossimamente

Fonte: https://www.tesla.com/it_IT/supercharger

In questo modo si arriva a trasmettere al cliente una maggiore sicurezza, e,

proprio attraverso l'offerta di un'esperienza generale impareggiabile, anche a fidelizzarlo.

Anche l'attivazione di queste stazioni avviene in tempi brevissimi. Infatti le colonnine arrivano sul posto già montate. Questo permette di attivare la stazione in meno di 24 ore, fino ad arrivare, come nel caso di quella di Beaver, in poco più di mezza giornata.



Figura 2.14: Esempio del trasporto di una stazione Supercharger

Fonte: <https://insideevs.it/news/499536/tesla-supercharger-prefabbricate-stazioni-ricarica-installazione/>

Oggi, questo tipo di caricatori appartengono ad una rete privata di Musk, ciò significa che nessuna macchina di un altro brand ha la possibilità di caricarsi. Elon, però, recentemente, attraverso il suo profilo Twitter ha annunciato che, in seguito ad un ulteriore aumento di queste stazioni, i caricatori verranno poi aperti a tutti. Inizialmente questa informazione ha destato molto stupore, soprattutto tra i proprietari Tesla, ma ricordiamo che la "mission" dell'azienda è di velocizzare la transizione mondiale alla mobilità elettrica, e, di conseguenza, aprire a tutti la migliore rete di ricarica attualmente disponibile, è un passo di enorme rilevanza.

2.6 Teslabot

Recentemente Tesla ha realizzato un prodotto che non rientra tra i "comuni" veicoli. Elon Musk, infatti, durante l'ultimo evento AI Day, evento di Tesla dedicato all'intelligenza artificiale, ha presentato un vero e proprio robot umanoide: il Teslabot.

Nello specifico sarà alto 1,77 metri e peserà circa 57 chilogrammi, il viso sarà dotato di un display dove mostrare le informazioni relative al lavoro per il quale viene utilizzato. Inoltre, potrà muoversi ad una velocità massima di 8 chilometri orari, sollevare fino a 68 chilogrammi e riuscire a trasportarne 20. Per fare tutto questo al suo interno vi saranno la bellezza di 40 attuatori:

- *12 nelle braccia*
- *12 nelle gambe*
- *12 nelle mani*
- *2 nel collo*
- *2 nel torso*

A differenza delle auto elettriche la costruzione di un automa di questo tipo crea problemi molto più complessi. Infatti il robot deve essere in grado di muoversi sulle proprie gambe anche in ambienti pensati per l'uomo, e non tra due strisce bianche di una carreggiata. Oltre a questo, la capacità di sollevare e spostare oggetti prevede uno studio enormemente superiore a quello che si deve compiere per i compiti che un'automobile deve eseguire.

Tesla non è stata la prima azienda a realizzare robot di questo tipo, se ne possono trovare già altri, come ad esempio quelli dell'azienda Boston Dynamics.

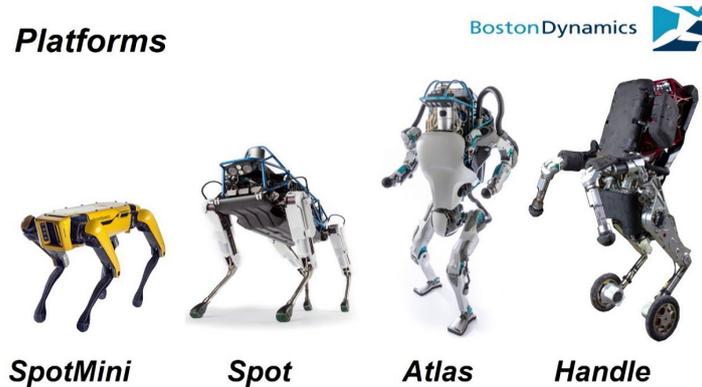


Figura 2.15: I robot di Boston Dynamics

Fonte: <https://tech.everyeye.it/articoli/speciale-boston-dynamics-presente-futuro-azienda-robot-45771.html>

A differenza di questi però il Teslabot ha l'obiettivo di avere un aspetto molto più simile all'uomo, e per certi versi apparire anche molto più socievole.

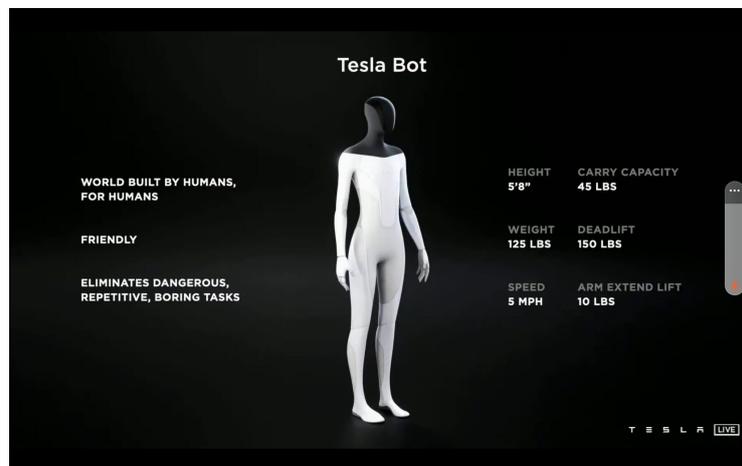


Figura 2.16: Il Teslabot

Fonte: <https://www.infomotori.com/auto/tesla-bot-il-robot-umanoide-di-elon-musk/>

Prima di mostrarlo al pubblico, sono state evidenziati i processi decisionali dell'autopilot posto sulla auto Tesla, rimarcando come poi l'idea alla base del Teslabot fosse quella di creare un automa meccanico in grado di muoversi autonomamente all'interno di un determinato spazio. Per fare questo cattura le immagini d'insieme e ricostruisce l'ambiente circostante grazie all'intelligenza artificiale. Sia all'interno del "cervello" di questo androide, sia relativamente

alla sua guida assistita, Tesla ha posto particolare attenzione ai punti ciechi, ovvero quell'insieme di punti nell'ambiente circostante che non sono visibili perché coperti ad esempio da un cartello, o anche solo da una curva. Per ovviare a questo problema vengono quindi creati una serie di algoritmi predittivi, in grado di sfruttare i dati già raccolti in situazioni simili e di anticipare ciò che, appunto, non è visibile.

Inoltre, in entrambe le situazioni, ovvero sia quelle dell'automa sia quelle del veicolo, l'intelligenza artificiale deve far trasparire il meno possibile un comportamento da "macchina". Nello specifico, i movimenti devono risultare fluidi e, nel caso del robot, il più "umani" possibile.

Questo evento che, come detto in precedenza, pone tutta la sua attenzione sull'intelligenza artificiale, ha voluto trasmettere una grande "semplificazione" della tecnologia, ed anche in questo notiamo una somiglianza con la filosofia di Apple. Se ad esempio l'automa avesse il compito di superare un ostacolo per prendere un oggetto, nella stessa situazione la mente umana cercherebbe il percorso più semplice e meno pericoloso. Una cosa simile deve quindi avvenire anche per il bot, che, nonostante abbia una capacità computazionale tale da permettergli di valutare anche decine di migliaia di percorsi differenti, l'idea degli ingegneri gli impone di considerare solo quelli realizzabili anche da un umano, in modo da tenere il più possibile un comportamento simile, e riducendo in modo drastico i tempi di calcolo.

Nonostante, quindi, questo robot nasca per essere (sperando non ce ne sia il bisogno) sopraffatto dall'uomo in caso di pericolo, è importante parlare di etica anche in merito a questo progetto.

Teslabot avrà lo scopo di sostituire la forza lavoro nei compiti più noiosi e ripetitivi. È possibile quindi, come già evidenziato da Elon Musk, che in caso questa tecnologia prenda piede, occorrerà stabilire un reddito minimo universale.

Conclusioni e sviluppi futuri

Tesla è sicuramente un'azienda dal grande potenziale, che sicuramente, soprattutto grazie alla figura predominante di Elon Musk, potrebbe arrivare a dominare il panorama automobilistico mondiale. Se al giorno d'oggi questo settore è dominato da una serie di marchi come Toyota, Volkswagen, BMW, Mercedes, Audi, etc... sono dell'idea che ci troviamo davanti ad un cambiamento radicale tutt'ora in atto. Per fare il paragone, tornando a citare Apple, è paragonabile alla creazione dell'iPhone. Questo cellulare, infatti ha spazzato via concorrenze come quella di Nokia che era anch'essa la leader del mercato in quel periodo. Tesla possiede un insieme di "pensiero, tecnologia e innovazione", che in futuro potrebbe non solo portare alla costruzione di veicoli dedicati alla mobilità che ora nemmeno ci immaginiamo, ma, oltre a questo, spingere l'intero settore automobilistico mondiale a rivoluzionare i propri prodotti, nel momento in cui si dovessero trovare all'interno di un tale cambiamento in atto.

Ovviamente niente di tutto questo è assolutamente certo.

Ciò che però mi auguro più di ogni altra cosa, al di là delle macchine guidate dall'intelligenza artificiale e degli umanoidi altamente tecnologici, è che il motore elettrico, non solo come rappresentazione di se stesso ma come simbolo di un nuovo tipo di industria, possa aiutare a non danneggiare ulteriormente l'ambiente.

Ringraziamenti

Tesla è da anni un'azienda che mi appassiona enormemente, sia per i prodotti sia per la filosofia. Per questo, ci tengo a ringraziare il Professor Pau, che in quanto relatore di questa tesi, ha acconsentito alla creazione di una Tesi di laurea riguardo a questi argomenti.

Voglio poi ringraziare in primis la mia famiglia, che, confidando nelle mie capacità, mi ha incoraggiato fin da subito ad intraprendere questo percorso.

Ringrazio poi i miei amici, che giorno dopo giorno mi sono stati vicini e mi hanno regalato un'enorme carica di allegria durante questo lungo periodo.

Ringrazio poi i professori, che, con grande competenza, in questi tre anni mi hanno trasmesso conoscenze che in futuro sono certo mi saranno di grande aiuto.

Infine, ci tengo anche a ringraziare chi in questi anni non ha creduto in me, proprio perché mi ha motivato ancor di più a raggiungere i miei obiettivi.

La laurea triennale in Ingegneria e Scienze informatiche richiede sicuramente grande impegno e molti sacrifici, ma credo sia una delle migliori esperienze che un ragazzo possa fare sia per formarsi culturalmente sia per migliorare caratterialmente.

Un periodo della vita che sicuramente non dimenticherò, sia per le gioie che per i dolori, ma che se tornassi indietro rifarei altre mille volte, proprio perché mi ha fatto diventare la persona che sono ora.

Il resto è ancora tutto da scrivere.

Grazie.

Bibliografia

- [1] Kevin Wang. La più grande innovazione di tesla non è l'auto elettrica, 2017.
- [2] Rudi Bressa. Chi è elon musk, la storia del fondatore di tesla, spacex e solarcity, 2017.
- [3] Elon musk: La storia di un visionario, 2020.
- [4] Problemi hardware tesla? elon li risolve con il software, 2020.
- [5] Ng Han Guan. Come tesla è sopravvissuta alla mancanza di microchip, 2021.
- [6] Alessio Sergi. Guida autonoma secondo tesla e waymo. le prospettive di crescita e le soluzioni tecniche., 2021.
- [7] Autopilot e guida autonoma al massimo potenziale.
- [8] L'automobile diventa big data centrica, 2021.
- [9] Simone Facchetti. Tesla aggiorna l'app per smartphone | tutte le funzionalità, 2018.
- [10] Rowan Gibson. How tesla became one of the world's great innovator.
- [11] SmartWorld team. La storia di elon musk, il co-fondatore di tesla e spacex, 2021.
- [12] Max De Vergori. Elon musk: 18 frasi motivazionali su vita, business e leadership da ricordare e mettere in pratica.
- [13] Max De Vergori. Elon musk: analisi del mindset dell'uomo che ha anticipato il futuro.
- [14] Brand di successo. La storia di tesla.

-
- [15] Daniel Neri Semproni. Tesla e il mercato che non c'era, 2016.
 - [16] Filippo Einaudi. Cos'è il "metodo musk" con cui elon sta conquistando il mondo, 2020.
 - [17] Elon musk: Progetto il futuro per non annoiarmi, 2017.
 - [18] Alessandro Polce. Perché tesla diventerà la n.1.
 - [19] Francesco Redaelli. Filosofia tesla motors: l'elettrico non è solo moda.
 - [20] Sara Capuzzo. Tesla adotta la filosofia open source e svela i suoi segreti, 2014.
 - [21] Davide Coppo. Etica ed estetica di una tesla, 2017.
 - [22] Daniele Pizzo. Tesla-apple: brand diversi, tanto in comune, 2016.
 - [23] Matteo Eccheli. Tesla supera toyota, è la casa automobilistica con più valore al mondo, 2020.
 - [24] Tre mentalità che elon musk e jeff bezos hanno in comune.
 - [25] Cosa possiamo imparare dallo spirito di innovazione del "metodo tesla", 2020.
 - [26] Daniel Neri Semproni. Innovazione di massa: il caso tesla motors, 2016.
 - [27] Alessandro Vai. Tesla, dieci anni di (vera) innovazione?, 2018.
 - [28] Marco Coletto. Tesla model 3: la tecnologia sigla per sigla, 2021.
 - [29] Antonio Piatti. Tesla model 3 agile car development framework, 2017.
 - [30] Claribelle Deveza. Tesla's software lead keeps widening as german automakers' combined efforts to develop in-car os continues, 2020.
 - [31] Tesla accelera mentre gli altri frenano: la crisi dei chip non sembra interessare le elettriche di elon musk, 2021.
 - [32] Assistenza app tesla.
 - [33] Tesla Club Italy. Supercharger e infrastrutture, punto forte di tesla.
 - [34] Lorenzo Centenari. La mappa supercharger in italia e in europa, costi e tempi di ricarica, le differenze tra versioni v2 e v3. il nostro vademecum, 2020.

-
- [35] Francesco Barontini. L'idea di tesla è geniale: le stazioni supercharger "prefabbricate", 2021.
 - [36] Donato D'Ambrosi. Tesla charger: può ricaricare un'auto elettrica diversa?, 2021.
 - [37] Paolo Corsini. Supercharger: le ricariche veloci di tesla e la loro integrazione nell'ecosistema, 2020.
 - [38] Filippo Vendrame. Tesla ha aperto la sua rete supercharger agli altri costruttori, 2020.
 - [39] Marco Castelli. Ricarica dell'auto elettrica: tutte le tipologie di colonnine e connettori, 2020.
 - [40] Andrei Nedelea. Ecco come vede la realtà l'autopilot di tesla (e come "ragiona"), 2020.
 - [41] Francesco Daghini. Tesla full self-driving: nuova fase di test, 1000 nuovi utenti al giorno, 2021.
 - [42] Francesco Daghini. Tesla full self-driving, ecco cosa succede dietro alle quinte, 2020.
 - [43] Federico Lagni. La responsabilità dell'incidente mortale con il pilota automatico tesla.
 - [44] Aurelio Vindigni Ricca. Nonostante gli sforzi, i maggiori produttori automotive non riescono a raggiungere autopilot: Tesla sta vincendo la battaglia della raccolta dei dati., 2020.
 - [45] Andrea Omicini. C2 – on autonomy. definitions acceptations.
 - [46] Alessio Sergi. Robot tesla: il futuro è ora? come elon musk può rivoluzionare il mondo e il nostro lavoro., 2020.
 - [47] Cristiano Ghidotti. Tesla bot, il robot umanoide di elon musk.
 - [48] Mirco Magni. Musk svela un robot umanoide all'ai day, 2021.
 - [49] Michelle Crisantemi. Dal genio di elon musk tesla bot, il robot che lavorerà al posto dell'uomo, 2021.
 - [50] Domenico Prattichizzo. Il tesla bot e quei tramonti sul mare, 2021.