



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea
magistrale
in Economia e gestione
delle aziende

ordinamento ex D.M. 270/2004

Tesi di Laurea

**L'impatto
dell'EV sulla
supply chain e
sull'OEM**

Relatore

Ch. Prof. Francesco Zirpoli

Laureando

Nicolò Grigoletto
Matricola 974247

Anno Accademico

2020 / 2021

Indice

Indice figure.....	1
Introduzione.....	2
1. L'auto tra architettura integrale e modulare	4
1.1 L'outsourcing: dall'inizio al periodo di alto outsourcing	7
1.2 I rischi dell'outsourcing.....	10
1.3 I limiti della modularità.....	12
1.3.1 La performance e il livello di knowledge dell'OEM.....	14
2. Il veicolo Ev, maggiore modularità?	17
2.1 La batteria: prospettiva sull' in-house development o shift verso i supplier	22
2.2 Chi fa cosa? Un'analisi dei principali OEM su motore elettrico e batteria	26
2.2.1 BMW.....	27
2.2.2 Daimler Group	28
2.2.3 FIAT.....	30
2.2.4 Honda.....	31
2.2.5 Hyundai.....	32
2.2.6 Nissan - Renault.....	33
2.2.7 Ford.....	33
2.2.8 GM	34
2.2.9 PSA.....	35
2.2.10 Volkswagen/Audi	35
2.2.11 Toyota	38
2.2.12 Tesla.....	39
2.3 Supplier e new entrants: possibili nuovi competitor?	40
2.4 La resilienza dell'OEM nell'EV	47
2.4.1 I vantaggi del carmaker	48
2.4.2 La conoscenza dell'OEM	51
2.4.3 Intervento a monte per le celle: una possibile strategia di attacco dell'OEM	55
2.5 L'ecosistema: EV e nuove sfide.....	58

2.5.1 Mobilità elettrica: vecchi attori e ingresso dei nuovi	59
2.5.2 EV e differenti business model: quale approccio e quali rischi.....	62
2.5.3 L'OEM come coordinatore e integratore	65
Conclusioni	67
Bibliografia/Sitografia.....	69

Indice figure

Figura 1 Differenze di motore e serbatoio tra veicolo ICE e veicolo BEV..... 20

Figura 2 Differenza tra cell manufacturing e Battery packaging..... 24

Figura 3 Pacco batteria Mercedes EQC 29

Figura 4 Piattaforma MEB..... 37

Figura 5 Attori dell'ecosistema EV 62

Introduzione

Negli ultimi decenni si parla sempre più spesso dell'adozione di massa di veicoli elettrici e mobilità alternativa. Il nostro obiettivo è capire come il produttore automobilistico intende affrontare l'elettrificazione e quale impatto avrà nella gestione della *supply chain* del veicolo. Dato che l'EV porta con sé una serie di innovazioni nella tecnologia e posizionamento di diversi attori nel mercato è doveroso dedicare la prima parte dell'elaborato alla modularità nel settore in esame. In questo capitolo affronteremo il tema della modularità nello sviluppo del veicolo. Restando all'interno del primo capitolo, dopo una *overview* sulle definizioni utili a comprendere i fatti accaduti tra produttore e fornitore dei sottosistemi, ci soffermeremo sui rischi che il produttore automobilistica affronta e di cosa necessita nello sviluppo della vettura. Nel secondo capitolo la nostra analisi, memore della prima parte, si sposta nel tema dell'elettrificazione dell'automobile. Partendo dallo spiegare le differenze tra il veicolo elettrico dal veicolo con motore a combustione interna e le diverse implicazioni tecnologiche e di sviluppo. La parte successiva del capitolo si concentra sulla batteria. Dopo avere esposto come viene formata una batteria destinata all'uso nel veicolo ci soffermeremo sulle possibili strategie adottate dal produttore dei veicoli riguardanti il grado di sviluppo e produzione delle parti della batteria. L'analisi di dodici produttori di veicoli elettrici, tra cui un'azienda nata offrendo solo veicoli elettrici, ci fornisce un'indicazione di come i produttori affrontano l'elettrificazione e in particolare sullo sviluppo del pacco batteria e del motore elettrico. Questo per darci un'idea di come tutti i produttori principali di auto a combustione interna stiano affrontando l'elettrificazione del veicolo. L'analisi si sposta successivamente sulla possibilità di ingresso di nuovi *competitor* partendo dall'esempio di tre case automobilistiche produttrici di veicoli elettrici, che riteniamo le più importanti, per spiegare in seguito come sia possibile l'entrata nel mercato di produzione di veicoli elettrici. Se da un lato esaminiamo la possibilità di ingresso di nuovi *competitor* nella produzione automobilistica, dall'altro analizziamo la possibilità da parte del costruttore di veicoli di essere resiliente. Partendo da una serie di vantaggi vedremo come il produttore possa recuperare conoscenza per detenere potere lungo la catena di fornitura. Collegandoci alle parti precedenti vedremo le diverse possibilità d'ingresso del produttore automobilistico nel controllo delle materie prime per

l'elettrificazione dell'auto. Nell'ultima parte del secondo capitolo discuteremo di come l'introduzione del veicolo elettrico cambi il ruolo di alcuni attori, ne introduca di nuovi e come il *carmaker* vede trasformato, anche di propria iniziativa, il business model. Successivamente si discute di come il veicolo elettrico rappresenti una sfida per il produttore, non solo a livello di veicolo ma di come debba ragionare a livello più ampio.

1. L'auto tra architettura integrale e modulare

L'automobile è sempre stata vista come un mezzo in grado di fornire libertà di spostamento, forse uno dei più individuali a livello di trasporto, tanto da essere al centro di grandi discussioni sul possesso ed uso. Se pensiamo alle auto che vediamo su strada non dobbiamo sorprenderci che possano contenere fino a 30000 parti (Takeishi, 2001) per permettere di spostarci. Tutte queste parti sono disposte in maniera da permettere essenzialmente lo spostamento da un luogo ad un altro agli occupanti del veicolo, implementando sempre più anche altre funzioni non essenziali per lo spostamento, come la possibilità di ascoltare musica, gestire chiamate e altro. Le componenti di una vettura interagiscono tra loro, in maniera diretta o indiretta, messe insieme danno un subsistema, che attraverso combinazioni con altri arriva a fornirci l'auto come la vediamo noi, sottoforma di prodotto finale. Nonostante quando osserviamo un'auto la prima cosa che notiamo sia di fatto la parte esterna, ovvero la carrozzeria o gli interni, nel caso fossimo all'interno, tutte queste parti nascondono sotto subsistemi ben più complessi. Sofferamoci sull'architettura di prodotto, riprendendo la definizione di Ulrich (1995). Per architettura di prodotto si intende: 1) la disposizione di elementi funzionali; 2) lo schema con il quale la funzione di prodotto è collegata alla componente fisica; e 3) la specifica delle interfacce tra le varie componenti fisiche (Ulrich, 1995, pag. 420). Servono delle precisazioni: per elementi funzionali si intende quale sia la funzione vera e propria, ad esempio diminuire la resistenza aerodinamica o sorreggere un carico (Ulrich, 1995). Quindi si devono definire le funzioni. Nel punto due si intende come si collega la funzione alla componente fisica. Le componenti fisiche servono ad esercitare le funzioni delle diverse parti del prodotto. Nel punto tre per interfaccia si intende il collegamento tra due componenti o subsistemi e può essere di tipo fisico o non fisico, come il collegamento di un pc alla rete wireless. L'architettura, in termini meno formali, mostra come le funzioni di prodotto sono allocate alle componenti fisiche (Ulrich, 1995, pag. 420). Un prodotto è di solito composto da più parti che tra loro interagiscono collegate da interfacce, che possono essere standardizzate oppure non esserlo. È necessario distinguere tra una architettura modulare e integrale. In un prodotto con un'architettura integrale si ha una funzione che

non può essere ricondotta ad un singolo componente, la funzione deriva da più componenti o un singolo componente svolge più funzioni (Macduffie, 2013). Nell'architettura integrale le interfacce, data la complessità delle relazioni tra funzioni e parti, sono *coupled* (Ulrich, 1995). Un cambiamento di una componente interessa anche la performance e la struttura dell'altra con cui si interfaccia. Seguendo Ulrich (1995) in una architettura modulare la mappatura tra funzione e componente è *one to one*: ad una funzione corrisponde una componente. Nell'architettura modulare invece le interfacce sono *decoupled* tra loro e standard. Quando la relazione funzione-componente è *one to one*, la componente o sottoinsieme prende il nome di modulo. Le parti o moduli in questo caso, sono indipendenti dal cambiamento di altre parti alle quali sono collegate da interfacce *decoupled*. Quest'ultime comportano un'indipendenza tra le componenti connesse (Ulrich, 1995). Ulrich (1995) aggiunge che le interfacce in un periodo di tempo determinato non possono cambiare. Un subsistema, integrale o modulare che sia, può essere fatto entrare in un sistema architetturale più grande, dando origine ad un prodotto ancora più complesso. Dato un certo tipo di architettura di un prodotto non ne esiste uno completamente modulare o integrale, ma varia a seconda del punto di vista dell'osservazione. Sono sicuramente presenti prodotti altamente integrali o modulari. La maggior parte dei prodotti presenta un'architettura mista (Ulrich, 1995). L'analisi architeturale quindi deve essere fatta caso per caso. Il classico esempio di prodotto modulare è il computer dove c'è la presenza di interfacce standard e *decoupled* tra le componenti, i *trade off* da gestire sono pochi o assenti (Baldwin, Clark, 2000) e nuove parti possono essere inserite grazie ad una architettura *bus*, dove le componenti si attaccano ad un blocco grazie alle interfacce uguali, come una scheda di memoria in un pc (Ulrich, 1995). Nel computer è possibile disegnare i singoli subsistemi autonomamente e farli funzionare correttamente (Baldwin, Clark, 1997). Una volta che il PC è diventato modulare è stato possibile vendere componenti singole (Fixson e al. 2005) e fornire dei moduli *plug in* (Seyoum, 2020) al cliente finale da parte dei *supplier*. Il prodotto modulare ha quindi interfacce definite e codificate (Cabigiosu, Zirpoli, Camuffo, 2013), permettendo lo sviluppo autonomo da parte dei fornitori abbassando i costi e rendendo la performance definibile già dalle prime fasi (Seyoum, 2020), (Leo, 2020). In un mezzo di trasporto come l'auto l'architettura è altamente integrale dato che il cambiamento di una

componente o sistema può impattare sulla struttura e/o performance di un altro ed è reso necessario un alto livello di coordinamento nello sviluppo delle parti per avere un buon risultato generale (Cabigiosu e al. 2013); (Macduffie, 2013). Le interdipendenze nell'auto non sono del tutto prevedibili (Zirpoli, 2008) e la mappatura tra le componenti e funzioni non è *one to one* (Ulrich, 1995) dato che più componenti possono portare ad avere una certa funzione chiave. Le interfacce non sono standardizzate e devono essere modificate in base ai cambiamenti introdotti tra le componenti collegate (Ulrich, 1995). Un esempio che lo conferma è lo sviluppo della Honda Accord nello studio condotto da Clark, Fujimoto (1990), che conferma quanto riportato sull'integralità del veicolo: un cambiamento di una parte del motore per ridurre le vibrazioni derivate dal motore stesso ha portato, con sorpresa degli sviluppatori, a dovere cambiare molte più parti dell'auto, arrivando a modificare anche la rigidità del telaio. Nell'auto data l'alta integralità il produttore automobilistico deve governare la conoscenza delle interdipendenze per permettere lo sviluppo di parti che nell'insieme abbiano una prestazione ottima (Zirpoli, Becker, 2011). L'elevata conoscenza gli consente di operare come integratore di sistema (Leo, 2020); (Macduffie, 2008). All'interno dell'auto alcune componenti possono essere considerate, ad un certo livello di analisi di design, modulari: il sistema dell'aria condizionata, freni, sedili, clima, sottoscocca, pannello strumenti e plancia (Fixson, 2003). Nel settore automotive, la tendenza è stata quella di sfruttare la modularità nello sviluppo dell'auto. La modularità ha dato seguito all'outsourcing, una volta che il prodotto viene pensato come modulare, la produzione e sviluppo possono essere esternalizzati (Macduffie, 2013). È necessario distinguerlo in outsourcing di processo e di design. L'outsourcing di processo è permettere ad altre aziende, definiti supplier, di produrre componenti o interi subsistemi preassemblati per conto del produttore automobilistico, che chiamiamo OEM (Original Equipment Manufacturer), in una catena gerarchica dove i fornitori dei livelli superiori influenzano gli altri inferiori. L'outsourcing di design ed *engineering* ha a che fare con la traslazione del compito di progettare ed ingegnerizzazione delle parti dell'auto (Zirpoli, 2008), dall'OEM al supplier (Macduffie, 2013); (Jacobides e al. 2016); (Zirpoli, Becker 2011), che si occupa anche di fornire interi moduli preassemblati. Come vedremo in seguito in maniera più

profonda questo tipo di outsourcing comporta dei problemi agli *automaker* in termini di sviluppo prodotto, conoscenza architettonica e integrazione.

1.1 L'outsourcing: dall'inizio al periodo di alto outsourcing

Dall'inizio della produzione di massa dell'automobile riconducibile all'ingresso della Ford Model T nel 1908¹, le case automobilistiche sono state integrate verticalmente, producendo e disegnando i pezzi in proprio, a causa dell'architettura di prodotto senza la necessità di evolvere in una maggiormente modulare. A partire dall'affermazione di un design dominante gli OEM si sono proposti come integratori di prodotto, sfruttando economie di scala, scoraggiando possibili nuovi entranti (Jacobides e al. 2016). Non appena si è iniziato a parlare di modularità in altri settori è nata la volontà di testarla anche nel mondo automotive da parte degli OEM americani ed europei per competere con la controparte giapponese (Jacobides e al. 2016). Il tentativo è stato quello di rendere un prodotto come l'auto il più modulare possibile. Questo grazie ad una visione della modularità, che se in alcuni settori è sembrata una scelta opportuna, in quello della costruzione di veicoli avrebbe portato a problemi nella gestione della *supply chain* e nello sviluppo di prodotto. A partire dagli anni Settanta le case automobilistiche vedono di buon occhio e con interesse la modularità, spinte dai *third parties* (Macduffie, 2013). Se ci chiedessimo il perché, potremmo dire sicuramente che il fatto è collegato alla gestione degli asset e alla domanda di mercato: una produzione enorme di auto consuma ingenti risorse finanziarie, la supremazia del mercato non è più solo concentrata sull'aver un buon prodotto, bisogna essere virtuosi da un punto di vista finanziario; e l'evoluzione della domanda chiede agli OEM prodotti sempre più aggiornati e vari. Per intenderci i tempi della Ford T di un colore solo sono passati e la clientela chiede più modelli, arrivando quindi a dovere offrire una proposta di veicoli più diversificata. I *carmaker* si trovano ad affrontare la questione non volendo un impiego di risorse troppo alto. Avere un prodotto integrale non permette di avere costi di sviluppo di nuove alternative bassi (Ulrich, 1995). Se consideriamo la possibilità di un prodotto di essere modulare, riprendiamo la definizione di Sanchez,

¹ <http://www.enciclopedia dellautomobile.it/it/i-1030-0/ford-model-t/#:~:text=La%20Ford%20Model%20T%20del,traguardo%20dei%2015.007.033%20esemplari>

Mahoney (1996), Zirpoli, Becker (2011), Ulrich (1995): la modularità permette di avere un elevato grado di indipendenza tra i diversi moduli standardizzando le specifiche delle interfacce. I moduli di questi tipi di prodotti sono indipendenti tra i loro confini, ma sono interdipendenti al loro interno (Baldwin, Clark, 2000), (Zirpoli, Becker, 2011). La modularità permette uno sviluppo di più alternative da offrire al cliente, inoltre senza dovere ridisegnare altre parti grazie all'indipendenza dei moduli, quindi senza un re-design, aumentando la possibilità di risposta alle richieste dei clienti (Sanchez, Mahoney, 1996). Visto che i moduli sono: separabili dal resto del prodotto, isolabili nel senso di autonomi, ricombinabili attraverso le interfacce standardizzate (Cabigiosu, Zirpoli, Camuffo, 2013), si ha la possibilità di effettuare il "*mix and match*" tra i diversi moduli senza la necessità di un uso estensivo del coordinamento con i fornitori abbassando quindi i costi di sviluppo e permettendo al *carmaker* di seguire più progetti. La standardizzazione delle componenti, grazie alla modularità, permette di usare la stessa componentistica per diversi prodotti, avendo anche maggiore flessibilità nella produzione e maggiori economie di scala (Ulrich, 1995). In aggiunta possiamo dire che grazie alla possibilità di usare componenti standard e indipendenti nello sviluppo, all'interno dell'architettura modulare che consente il loro impiego, collegandola all'outsourcing consente al produttore automobilistico di concentrarsi sulle attività *core*, senza ingessare la propria struttura finanziaria e organizzativa. L'outsourcing è utile proprio per evitare investimenti troppo alti in asset e risorse, comporta un abbassamento dei costi di produzione, dato che si compra da fornitori, che il produttore tiene in competizione tra loro sfruttando la propria posizione di grande produttore automobilistico. L'outsourcing di design permette di sfruttare la conoscenza del fornitore per migliorare le parti e per aggiornamenti continui senza necessità di coordinamento continuo e con minori costi di gestione. Queste erano le promesse della modularità e dell'outsourcing che hanno invogliato il produttore automobilistico a seguire questo percorso. Il primo pezzo sub assemblato negli anni '80 ad avere subito l'outsourcing è stato il sedile, dovuto alle complicazioni di costo relative alle diverse opzioni di sedili e le operazioni di cucitura del cuscino e della sistemazione dell'elettronica (Macduffie, 2013). I diversi OEM hanno affidato la fabbricazione dei sedili ai *first tier supplier*, fornitori di primo livello che hanno rapporti diretti con le case automobilistiche e si occupano di produrre

interi moduli subassemblati e in seguito anche della progettazione, quali Magna, Lear, JCI e altri. Se consideriamo che l'outsourcing è iniziato con i sedili, non ci dovremmo sorprendere che nei successivi anni questo fenomeno è aumentato coinvolgendo ampie parti che sono fisicamente collegate. Queste parti sono il sistema di aria condizionata, paraurti anteriore, radiatori, ventole di raffreddamento, fari, sensori dell'airbag. La cosa interessante è che alcune parti come l'assemblaggio delle porte sono state tenute all'interno dovuto al coordinamento con la tintura (Macduffie, 2013), per farci capire quanto l'OEM, anche quando si spinge sull'outsourcing, tiene *in house* le funzioni che richiedono un alto coordinamento, non viene dato tutto in outsourcing (Takeishi, 2002). Un altro fatto legato all'outsourcing è la costruzione nel 1993 nella località di Resende, in Brasile, di un impianto per la produzione di bus e camion dove si è notata la creazione di *supplier park* (Jacobides e al. 2016; (Sako, 2003): più supplier si stanziano vicino all'OEM per sfruttare la vicinanza con un vantaggio di costi e coordinamento, con l'aiuto delle istituzioni governative dei paesi dove avviene l'investimento iniziale. Nel caso citato sopra, 9 supplier operavano sotto lo stesso tetto con il personale di risorse umane Volkswagen (Sako, 2003). Gli automaker vedono nel corso della fine del secolo scorso la possibilità di fare disegnare le parti a fornitori esterni grazie alla possibilità di avere interfacce codificate e agire su moduli definiti (Macduffie, 2013). I produttori automobilistici immaginavano di potersi rivolgere ai fornitori per avere delle innovazioni nelle parti dare in outsourcing, riducendo il loro personale inerente allo sviluppo prodotto e sfruttando le conoscenze dei fornitori (Macduffie, 2013). Per tutti gli anni '90 si è seguita questa strategia senza rendersi conto che se da un lato offriva dei vantaggi riguardanti la produzione, in realtà permettere di innovare ai fornitori, senza un controllo sul design avrebbe portato a problemi nel lungo periodo a problemi sul lato integrazione e performance soddisfacenti (Zirpoli, Becker, 2011). Il processo di esternalizzazione continua fino a quello che ci piace chiamare l'alba dei megasupplier, dove su volere non solo dell'OEM, ma di più parti interessate al mercato che si sarebbe creato, si nota la creazione di supplier di dimensioni ingenti, dove i primi sono stati Delphi nel '98 e Visteon l'anno seguente, rispettivamente di GM e Ford. L'obiettivo era avere fornitori che potessero occuparsi di design, produzione, assemblamento e vendita di subsistemi. Questo fenomeno ha ridotto l'esistenza di altri

supplier canalizzando l'outsourcing verso questi megasupplier. Nel vecchio continente sono presenti Faurecia, Valeo, Sommer Allibert, Bosch e Siemens. Mentre in Giappone Mobis con Hyundai, dopo l'acquisizione di Kia, e Calsonic Kansey, supplier indipendente, che opera con Nissan (Macduffie, 2013). Il mondo della finanza e consulenti, in questo periodo incoraggiano gli OEM a fare *spin off*, creando delle sussidiarie per la fornitura, e si dà sempre più importanza al mondo dell'IT, con Microsoft e HP (Jacobides e al. 2016). L'approccio tra Europa e Asia è diverso nel rapporto tra OEM e supplier: in Europa una casa automobilistica di norma si affida ad un singolo supplier, mentre in Giappone le case automobilistiche creano una rete con più supplier (Macduffie 2013); (Takeishi 2001). Nissan e Toyota hanno maggiori contatti con i loro supplier rispetto alla controparte americana (Takeishi, 2001). Si nota come dall'affermazione di un design dominante negli anni '30, alla fine degli anni '90 la verticalizzazione dell'industria automobilistica stava prendendo la direzione di trasformarsi sempre più in una struttura orizzontale, con relazioni tra produttori automobilistici e pochi fornitori sempre più grandi. Nei primi anni 2000 le aziende occidentali davano in outsourcing circa il 50% dei *task* (Takeishi 2002).

1.2 I rischi dell'outsourcing

L'outsourcing della produzione e design perseguiti dagli OEM se da un lato avrebbero dovuto portare ad avere benefici per il produttore automobilistico aumentando l'innovazione delle parti, aiutandolo nella competitività verso gli altri *carmaker*, nel lungo periodo avrebbe apportato problemi. Notando che uno dei vantaggi dell'outsourcing e della modularità è la possibilità di concentrarsi nelle procedure che già si fanno e aumentare le combinazioni (Sanchez, Mahoney, 1996), la flessibilità da parte dell'OEM nella produzione e nelle procedure ad essa legate cala dovuta al fatto che la produzione veniva fatta in maggioranza da supplier specializzati, proprietari degli asset, rendendolo dipendente da loro. Gli stessi supplier ai quali venivano affidati terreni e capannoni di proprietà dell'OEM (Sako, 2003) potevano, in linea di massima, spostare tutta la strumentazione da altre parti. In questo caso, i produttori automobilistici che dipendono dalle capacità di produzione dei supplier potrebbero perdere potere di negoziazione. Questa condizione viene risolta con la capacità dell'OEM di dettare il design al fornitore ed esternalizzare la produzione delle sole

parti dove c'è un'alta possibilità di sostituire il fornitore. Se come dice Sako (2003), Sanchez Mahoney (1996) il vantaggio era produrre i pezzi sub assemblati con un minore costo di coordinamento e potere innovare molto più velocemente, il problema è che l'OEM perde conoscenza a favore del supplier. Il problema si presenta con l'outsourcing di design: se nella maggior parte dei casi l'OEM tiene sotto controllo i produttori dei pezzi grazie all'imposizione del proprio design, quando lo esternalizza favorisce i fornitori che da parte loro, anche se sostengono alti costi dettati da investimenti specifici per soddisfare il produttore automobilistico, nel tempo potrebbero detenere molto potere grazie allo sviluppo di proprie capacità di progettazione. Lo sviluppo del design e le attività di new product development (NPD) esternalizzati spingono verso il passaggio di potere tra OEM e *first tier supplier*. Quando i fornitori avranno più esperienza e riusciranno ad attuare un design di molte parti importanti allora potranno attirare molto potere prima detenuto dall'OEM. I fornitori capirono subito che l'OEM esternalizzava i design di parti poco rilevanti: necessitavano di influenzare il design di parti importanti per acquisire potere nella supply chain (Macduffie, 2013) e gli OEM li hanno assecondati. Se l'assemblatore ritiene di potere esternalizzare la progettazione va incontro a problemi nel lungo periodo, non essendo in grado di reggere la competizione e, anche se aumenta la qualità delle singole componenti del prodotto affidandosi a fornitori specializzati, perde conoscenza base e le proprie capacità di *engineering* e integrazione di sistema, come visto in Zirpoli, Becker (2011); Zirpoli (2008). Ciò che si è notato in Fiat è stata una riduzione della conoscenza base dell'architettura del veicolo, traslata ai *first tier supplier*, che insieme alla produzione delle componenti e di interi sistemi sub assemblati si occupavano anche del design, rendendo Fiat una delle più proattive nei confronti dell'outsourcing (Zirpoli, Becker, 2011). Quando un'azienda vuole innovare un prodotto deve tenere conto certamente delle capacità del supplier, per questioni di produzione e conoscenza dell'innovazione, che potrebbero tornare utili, ma anche delle proprie competenze. La conoscenza del supplier non deve tenere in scacco l'OEM. Se in un primo l'outsourcing porta a minori costi, migliore qualità sulle componenti; forse anche troppa per i modelli prodotti, pone il problema di pensare agli investimenti da effettuare per trattenere capacità di *engineering*. Effettuare in questo senso una strategia di alto outsourcing rende instabile la conoscenza del produttore

automobilistico (Zirpoli, Becker, 2011) e ne limita la possibilità di innovare in proprio e svolgere la sua funzione di integratore. Questo problema non sorge subito perché all'inizio gli ingegneri della casa madre delegano i supplier ma la loro conoscenza dei sistemi non cambia (Zirpoli, Becker 2011), non ne segue l'evoluzione. Tutto ciò fa perdere la capacità di assemblatore all'OEM che si trova in grande difficoltà nel momento in cui deve introdurre novità in un prodotto integrale, come visto da Brusoni e al. (2001). Senza avere un ampio controllo sul design delle parti che interagiscono tra loro in maniera interdipendente non sarà in grado di avere una buona performance generale. Alcune parti, tuttavia, possono essere date in outsourcing anche per lo sviluppo del design a patto che l'architettura di prodotto lo permetta, le parti devono interdipendenze limitate e un basso impatto sulla performance generale (Takeishi, 2001), (Zirpoli, Becker, 2011). Ciò che in ambito puramente finanziario può sembrare buono, riducendo la leva operativa e aumentando il ROA, da un punto di vista di performance di prodotto, in realtà è potenzialmente dannoso. Il vantaggio della modularità e outsourcing per ridurre il costo e tempo di sviluppo di un nuovo prodotto ha comportato un aumento degli stessi. È fondamentale che l'azienda capisca come distribuire i compiti attraverso la *supply chain* Takeishi (2002), così come la conoscenza che deve detenere (Zirpoli, Becker, 2011). Si rende necessario dividere il lavoro di produzione, assemblamento dei moduli in outsourcing dalla progettazione del prodotto per limitarne i rischi. Essere integratori di sistema senza una conoscenza specifica sulle componenti di un progetto innovativo non può reggere in un settore caratterizzato da performance interdipendenti tra i singoli subsistemi ed è la stessa conoscenza del produttore che determina il rischio di outsourcing (Takeishi, 2001).

1.3 I limiti della modularità

La modularità prometteva ampi vantaggi per il *carmaker* tuttavia una volta che l'OEM ha visto aumentare i costi di sviluppo, a causa delle interdipendenze, e ridurre le proprie capacità di *system integrator*, è stata seguita la strada di tenere proprio il design e concentrarsi sulle proprie *core competencies* (Macduffie, 2013). La modularità è stata ridimensionata perché lo sviluppo della maggioranza delle parti del veicolo necessita di alte esigenze di coordinamento tra OEM e supplier. Si nota infatti che le interfacce di alcune

parti non possono essere standardizzate, a causa delle interdipendenze del veicolo (Cabigiosu e al. 2013), (Takeishi, 2002). L'OEM non permette uno sviluppo del design da parte dei soli fornitori delle parti ma anzi ne coordina le attività di design, tenendo per sé quelle con un elevato grado di interdipendenza (Zirpoli, Becker, 2011); (Cabigiosu e al. 2013); (Macduffie, 2013). Ciò gli consente di controllare la performance delle parti a cui è interessato e di integrarle, se unito ad un'alta conoscenza propria del veicolo e delle componenti (Zirpoli, Becker, 2011). Alcune parti dell'auto sono comunque modulari e sono standardizzate, con interfacce *decoupled* in accordo con una strategia che preveda la possibilità di sostituire il supplier in maniera da rispondere efficacemente a cambiamenti nella catena di fornitura (Zirpoli, Camuffo 2009). Possiamo considerare che le parti che non hanno un impatto diretto e significativo sulla performance possono essere fatte in outsourcing di design (Zirpoli, Becker, 2011). In accordo con Zirpoli, Becker (2011); Macduffie (2013) nello sviluppo di un nuovo veicolo l'OEM deve tenere conto che il componente o sistema che acquista dal fornitore potrebbe avere una performance buona in sé, ma che impattando sugli altri sistemi potrebbe necessitare di un re-design delle altre parti per permettere un buon *fit*, a causa della natura integrale del veicolo (Macduffie, 2008). Un intervento sul design della componente o sulle interfacce del subsistema nel momento in cui il prodotto è in fase avanzata è molto costoso (Zirpoli, Becker 2011). Questo fa sì che l'esigenza di coordinamento tra OEM e supplier resti alta per intervenire immediatamente nello sviluppo, altrimenti lo sviluppo rallenta e i costi aumentano. La relazione per permettere una buona capacità di sviluppo di prodotto deve essere molto interattiva tra le parti coinvolte. Si può arrivare a dire che data un'architettura, più alta è l'integralità, più alta deve essere la coordinazione tra supplier e *carmanufacturer* e ragionando in termini di potere sulla *supply chain*, il design delle parti deve essere dettato dall'OEM, per assicurarsi una buona capacità di integrazione della tecnologia e permettere una performance generale ottima. Lo sviluppo delegato al supplier non può avvenire per tutte le parti a causa dell'integralità del veicolo, ma anzi richiede un'alta coordinazione. Come ci ricorda Macduffie (2013) nello sviluppo dell'auto il cambio di una sola parte può ridefinire i moduli, aumentare le interdipendenze e rendere, nel nostro caso il veicolo, ancora più integrale. Il processo di innovazione può portare il prodotto certamente ad un

aumento della modularità, ma crediamo che nell'innovazione, in campo *automotive* come in altri settori, non permetta al produttore di non potere pensare all'integralità del prodotto, a causa delle possibili nuove interdipendenze, come spiegato da Fixson, Park (2008) nell'innovazione in ambito ciclistico. Nella ricerca sullo sviluppo del climatizzatore dell'auto da parte di Cabigiosu e al. (2013) è interessante vedere come gli stessi autori hanno notato che una maggiore modularità dell'auto è permessa solo grazie ad un alto livello di conoscenza e coordinamento tra OEM e fornitore (Cabigiosu e al. 2013). L'opposto di quelli che dovevano essere i suoi vantaggi. Nel settore *automotive* la relazione stretta può essere presente anche per parti più modulari, che durante il processo di innovazione possono in realtà impattare sulla performance e design di altre, anche non direttamente come notato da Cabigiosu e al. (2013). La coordinazione tra aziende è fondamentale (Zirpoli, Camuffo, 2009) e la riuscita dello sviluppo di prodotto dipende anche dal livello di conoscenza dell'OEM della specifica componente e dell'architettura (Zirpoli, Becker, 2011). La modularità vede il limite nelle innumerevoli interdipendenze, che caratterizzano il veicolo, che richiedono per lo sviluppo un costante coordinamento tra il produttore e fornitore per lo sviluppo delle parti e un'alta conoscenza da parte del produttore automobilistico per una buona performance.

1.3.1 La performance e il livello di knowledge dell'OEM

In campo *automotive*, se andiamo a considerare che un'automobile deve portare una buona performance per il consumatore, il problema parte dal fatto che dal design al prodotto finito ci deve essere una buona performance generale. Una performance ottimale è raggiunta disegnando buone componenti e dei buoni sistemi che agiscano insieme come prodotto unico. La performance generale non può essere scomposta come i componenti fisici perché può essere generata da più componenti (Ulrich, 1995). Nella decomposizione stessa della performance le sue diverse dimensioni sono interdipendenti. L'esistenza di interdipendenze tra le componenti, sistemi e performance mette in condizione i manager di considerare i *trade off*. I benefici della modularità non tengono conto, nel caso dell'auto, della performance generale, che non può essere associata ad un singolo componente, ma anzi deve tenere conto di molte parti. Standardizzare le interfacce fisiche non significa

necessariamente standardizzare le performance delle parti (Macduffie, 2013), e non riduce le interdipendenze del veicolo (Cabigiosu, 2013). In un prodotto integrale non si è in grado di predirne la performance combinando i subsistemi. La modularità non è in grado di influenzare direttamente la performance in meglio, anzi nel veicolo porterebbe a performance non soddisfacenti, non considerando le diverse interdipendenze. Per decidere i *trade off* è necessaria da parte dell'OEM una buona conoscenza specifica dei subsistemi e delle interfacce (Cabigiosu e al. 2013); (Zirpoli, Becker, 2011). La conoscenza architettuale deve essere collegata alla conoscenza su come il sistema attua le sue funzioni, come sono collegate le componenti e come performano insieme (Baldwin, Clark, 2006). La conoscenza del produttore automobilistico sulle interdipendenze può portare a più modularità nel prodotto e nel design di alcune parti (Cabigiosu e al. 2013), tuttavia il *carmaker* necessita di rimanere con un'organizzazione integrale per quelle interdipendenze che rimangono poco conosciute e che possono portare a problemi nelle ultime fasi di sviluppo di prodotto. La possibilità di affidarsi alla modularità non consente al produttore automobilistico, in un contesto di integralità, di sostituire la propria conoscenza con quella modulare dei supplier. Una mancanza di conoscenza non rende in grado di capire i *trade off* e di prendere le migliori decisioni in termini di *make or buy*. Se da un lato la conoscenza architettuale è importante, quella della singola componente è essa stessa un requisito della conoscenza architettuale ed è positivamente correlata ad essa (Zirpoli, Becker, 2011): maggiore è la conoscenza della componente, maggiore è quella dell'architettura. Nel caso di Fiat la conoscenza della componente era in grado di dare un grande aiuto nel migliorare la performance (Zirpoli, Becker 2011). Una profonda conoscenza tecnica è il passo da compiere per gestire i *trade off*. Non solo il processo di recupero della stessa è faticoso, ma richiede avere nuovi processi, persone, abilità. Come detto da Zipoli, Becker, (2011) il problema dell'outsourcing del design non è sorto subito perché all'inizio gli ingegneri delegavano i supplier ma la loro conoscenza dei sistemi non era cambiata. Nel tempo i sistemi sarebbero stati cambiati dai supplier e gli ingegneri dell'*automaker* sarebbero stati sprovvisti di conoscenza base (Zirpoli, Becker, 2011). Avendo fatto outsourcing di design gli ingegneri dell'*automaker* non avevano più opportunità di imparare (Zirpoli, Becker, 2011), risultando penalizzati nell'acquisire conoscenza propria e dovendo rincorrere le

innovazioni del fornitore. Il *learning by doing* è fondamentale per un recupero della conoscenza e una sua mancanza può indebolire la possibilità di assorbire *know how* e avere conoscenza delle interdipendenze. Fiat per mantenere il vantaggio architettonico ha dovuto effettuare una separazione tra integrazione di performance e integrazione fisica delle componenti (Zirpoli, Becker 2011), oltre che a ricorrere al recupero di ingegneri qualificati. L'OEM citato ha iniziato a disegnare prima quali dovessero essere le performance generali e a seguire un percorso di prove e sperimentazioni (Zirpoli, Becker 2011). Nel recupero della conoscenza l'OEM ha sviluppato un modello *template*, ovvero un set di archetipi di progettazione (Zirpoli, 2008), che consistono in insiemi di soluzioni ingegneristiche da potere usare sul prodotto e derivati, minimizzando le risorse usate. Gli ingegneri dell'OEM provavano le soluzioni tecniche e così acquisivano conoscenze. Creare team per imparare con progetti innovativi è fondamentale per capire le interdipendenze e sviluppare conoscenza architettonica (Leo, 2020). Nel tentativo di recuperare conoscenza un approccio è quello di sfruttare la conoscenza interna dei singoli ingegneri e coordinarli attraverso un manager (Takeishi, 2001) o collocarli in maniera che lavorino a stretto contatto tra loro per trasferire conoscenza tacita, con il fenomeno della *co-location*. Un altro approccio potrebbe essere quello di far girare gli ingegneri attraverso le funzioni. Gli ingegneri che cambiano il proprio ruolo possono avere una conoscenza dell'architettura di prodotto maggiore (Takeishi, 2001). Per Takeishi (2002) sembrerebbe che però il turnare degli ingegneri non sia ben visto dai manager delle diverse unità dato che, spostando gli ingegneri, l'unità perde un elemento che ha esperienza e apporta valore. Se il produttore automobilistico si trova con limitata conoscenza può imparare dai suoi fornitori e a sua volta provare e riprovare in proprio. Il veicolo deve essere inteso come un prodotto unico dove un'unica performance è data da più sistemi e componenti, ed è per questo che i processi di prova, insieme ad un'alta coordinazione fornitore-produttore, sono fondamentali al fine di avere una buona performance. Queste prove hanno un duplice vantaggio: mettono in condizione di capire le interdipendenze da parte degli ingegneri della casa automobilistica, facendogli acquisire capacità di *problem solving*, ma anche recuperare potere nei confronti dei *supplier* per la dettatura del design (Brusoni, Prencipe, 2001). Così facendo evita l'affidarsi, in maniera cieca, al fornitore. Ci deve essere un collegamento tra produzione, costo e design per avere

una performance totale più elevata. L'OEM deve governare le relazioni tra i sistemi, attraverso la propria conoscenza, per esercitare il proprio ruolo. È possibile per l'automaker detenere conoscenza anche se il componente viene dato in outsourcing di produzione (Zirpoli, Camuffo, 2009), gestendone comunque il design e l'integrazione, grazie ad una profonda conoscenza (Cabigiosu e al. 2013). Una volta che l'architettura è stabile, nei progetti che Takeishi (2002) definisce regolari, che usano tecnologie stabili (Takeishi, 2002 pag. 38), la sola conoscenza della singola componente è meno importante di quella architetture (Takeishi, 2002) ma per come la pensiamo noi è necessaria per mantenere conoscenza *in house*, per la gestione della performance generale futura. È necessaria una conoscenza dell'architettura da parte del *carmaker* (Takeishi, 2002), dato che integra le varie parti e ne gestisce le performance (Macduffie, 2008). Seguendo Takeishi (2002) la conoscenza della singola componente serve in maniera più incisiva nei progetti innovativi, che introducano una nuova tecnologia. Nei progetti regolari la conoscenza delle singole componenti conta meno perché quest'ultime sono già state a pieno studiate in progetti precedenti, ma resta importante per il possibile emergere di nuove interdipendenze (Macduffie, 2013). Questo per dire che è la conoscenza che determina la performance generale e la possibilità di agire come integratore (Seyoum, 2020) e che sia sul sistema o sulle singole parti, deve essere profonda (Takeishi, 2002). L'OEM deve mantenere la propria posizione di leader della conoscenza per controllare lo sviluppo del prodotto e la gerarchia della *supply chain*: i subsistemi non possono essere sviluppati dai supplier senza un accurato controllo da parte dell'OEM a causa delle possibili incertezze nello sviluppo (Zirpoli, Camuffo, 2009).

2. Il veicolo Ev, maggiore modularità?

Abbiamo visto come il veicolo è un insieme di parti interdipendenti che portano un vantaggio all'utilizzatore: lo spostamento da un luogo all'altro. Dall'affermazione del design dominante si sono notati diversi tipi di sistemi di propulsione, che utilizzano tecnologie e carburanti diversi a seconda del genere di veicolo e di scopo: dal veicolo a combustione interna a benzina o diesel; il veicolo a idrogeno, l'HEV (Hybrid Electric Vehicle) che alterna il funzionamento del motore termico a un sistema di propulsione elettrico che può essere

caricato con un sistema di ricarica integrata mild hybrid o attraverso una presa esterna, plug-in. Negli ultimi trenta anni è cresciuto l'interesse verso il veicolo elettrico a batteria, anche se questo tipo di mezzo è esistito anche nel passato: "La Jamais Contente" è stato il primo veicolo elettrico, ed era in grado di superare i 105 Km/h nel 1880 (Donada, 2013). Potremo dire che l'interesse verso l'EV si è manifestato a causa della consapevolezza dell'inquinamento e della crisi petrolifera che ha interessato l'ultima parte del ventesimo secolo. Nell'88 il CARB (California Air Resources Board) ha tentato di costringere i costruttori, che superassero più di 35000 veicoli venduti l'anno nello Stato della California, a costruire auto meno inquinanti (Schot e al. 1994). Il California State Mandate ha visto coinvolgere varie iniziative anche della municipalità di Los Angeles (L.A.). Nel 1988 sono state commissionate 10000 vetture a combustibili alternativi per il comune di L.A. e nel 1998 l'Energy Policy Act ha richiesto la conversione dei veicoli usati dal governo californiano in veicoli a carburanti alternativi (Schot e al. 1994). Con il California State Mandate le aziende produttrici di auto dovevano produrre il 2%, poi salito al 10% nel 2003, di auto a carburanti alternativi (Schot e al. 1994). Ma non solo la California è stata al centro dei primi passi verso il cambiamento della mobilità. Negli anni '70 il fermento verso una mobilità elettrica ha investito anche la Francia: se negli USA GM ha sviluppato una versione prototipale elettrica della Chevette, EDF (Electricité de France) ha presentato un piano per lo sviluppo di un veicolo elettrico (Schot e al. 1994). Durante la crisi petrolifera di fine secolo, l'EV ha suscitato molto interesse ma l'abbassamento del costo del petrolio ha spento momentaneamente la corsa verso l'elettrificazione. Se l'interesse verso l'ibrido è stato portato avanti da Toyota con il loro modello di Prius dal prototipo del '95 che presentava un motore termico da 45 KW abbinato ad un motore elettrico con 30 KW², l'interesse verso il *full electric* è stato riaccessato dall'azienda californiana Tesla con la presentazione del loro primo modello Tesla Roadster nel 2006 (Perkins, Murmann, 2018), che vede slittata la messa in strada al 2008. A differenza di quanto fatto da Toyota con Prius, Tesla ha presentato una tipologia di auto, roadster, che già di sua natura idealizza l'idea di auto sportiva e appartiene ad una nicchia di mercato di vendita, dove prima era presente solo il veicolo con motore ICE. La Tesla Roadster è un'auto a due posti, con un bagagliaio limitato e

² <https://insideevs.it/news/422822/ventanni-ibride-storia-toyota-prius-2020-edition/>

con prestazioni elevate. Le premesse non erano certo di immaginare un alto volume di vendita. Era più realistico pensare la Roadster come un laboratorio per la nuova azienda di Palo Alto, California. Un'auto elettrica a batteria, denominata BEV (Battery Electric Vehicle), consiste in un veicolo con dei cambiamenti nelle componenti rispetto all'alternativa con motore termico, ICE (Internal Combustion Engine). Alcune componenti fondamentali per funzionalità nel veicolo a combustione interna risultano inutili nell'EV. In un'auto elettrica il motore termico, il sistema di scarico, il serbatoio, il differenziale (Cabigiosu, 2013) vengono eliminati, mentre il sistema di raffreddamento e il cambio vengono ridisegnati (Klug, 2013). Viene introdotto il motore elettrico che funziona in combinato con la batteria, dal quale trae il "carburante" per muoversi, che viene trasmesso, tramite un alternatore (Nicoletti e al. 2020), al motore/i, a seconda della scelta architettuale operata dall'OEM (Emadi e al. 2008). La scelta architettuale al quale ci riferiamo per il momento è il numero di motori elettrici da usare e il loro posizionamento. Alcune auto BEV sono dotate di un solo motore elettrico, altre di due, uno per asse, mentre alcune di quattro motori, uno per ruota³ a seconda del segmento e della scelta di sviluppo decisa dall'OEM (Nicoletti e al. 2020). Il posizionamento dei motori porta con sé vantaggi per il bilanciamento della vettura e la gestione dello spazio. Vengono introdotti anche dei sistemi di controllo dell'elettronica più potenti (Cabigiosu, 2013). Le prestazioni si differenziano per il consumatore finale per una maggiore accelerazione, un migliore controllo del veicolo (Lopez e al. 2019); (Fujimoto, 2017). Ma ci fanno riflettere sui tempi di ricarica della batteria, sul suo deterioramento e sulla capacità di percorrere chilometri a velocità sostenuta.

3

https://www.quattroruote.it/news/primo_contatto/2020/10/03/rimac_c_two_prezzo_motore_prestazioni_autonomia_video.html

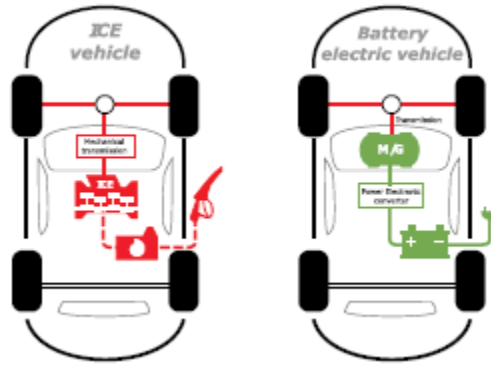


Figura 1 Differenze di motore e serbatoio tra veicolo ICE e veicolo BEV.

Fonte: Lopez e al. 2019; pag.4

Se guardiamo la Fig. 1, si notano immediatamente le principali differenze a livello di sottosistemi usati. I vantaggi possono essere legati anche al fatto che l'energia viene usata in maniera diretta, convertita in motrice tramite un alternatore (Nicoletti e al. 2020) senza bisogno di combustione (Emadi e al. 2008), permettendo un minore movimento delle parti e una minore usura. Le altre parti rimangono sostanzialmente inalterate nel design e nella produzione. Nell'EV si dovrebbe assistere di conseguenza ad un abbassamento del peso del veicolo (Lopez e al. 2019), data la semplificazione del cambio ed eliminazione di molte parti meccaniche come motore a combustione, sterzo diretto, serbatoio e differenziale (Lovins, 2004). Lo sterzo con tecnologia *steer by wire* elimina la necessità di un collegamento meccanico tra sterzo e scatola del cambio, aiutando la sterzata tramite i motori elettrici posti vicino alle ruote e l'elettronica e ne diminuisce il peso (Cabigiosu, 2013); (Macduffie, 2013). In sostanza l'elettronica aiuta la sterzata, e la frenata, con il recupero di energia cinetica, permettendo il recupero di carica di batteria. Il veicolo BEV viene reso più efficiente rispetto al veicolo con combustione interna (Chan, 2007), e si possono avere costi minori di manutenzione, fino al 70%, considerato che il grosso della manutenzione sull'ICE è relativa al motore (Donada, 2013). Il peso aumenta dovuto alle batterie e al motore elettrico, anche se risulta un sistema più semplificato rispetto al motore a carburante fossile (Macduffie, 2013); (Klug, 2013); (Huth e al. 2015); (Cabigiosu, 2013). Eliminando molte

complicazioni meccaniche e aumentando il controllo dell'elettronica sulle parti meccaniche si dovrebbe riuscire ad avere più spazio (Cabigiosu, 2013) e a gestirlo meglio per la batteria e l'abitacolo. La sostituzione delle interfacce meccaniche a favore di interfacce elettroniche e la possibilità di lavorare su subsistemi molto meno complicati possono, in linea teorica, portare ad avere un'auto molto più modulare rispetto all'ICE (Macduffie, 2013); (Cabigiosu, 2013); (Proff e al. 2015). La prima generazione di veicoli elettrici, è derivata da un adattamento dei veicoli già esistenti, modificati per accogliere la *powertrain* elettrica, sono un esempio la VW E Golf⁴ e la Chevy Volt. In quest'ultimo veicolo era possibile scegliere tra un motore elettrico, una soluzione ibrida o *fuel cell* (Cabigiosu, 2013). Un'auto con un design di conversione è basata su un'auto ICE, dove il motore termico viene rimpiazzato dal motore elettrico ma l'architettura non cambia (Klug, 2013) e il *body* della vettura ICE può essere usato per avere un *fit* con il motore elettrico e batteria. Questo per farci capire come l'auto elettrica permetta una soluzione più modulare rispetto all'ICE (Fujimoto, 2017). Con più modularità ci si può aspettare che le parti vengano usate per più modelli; possibilmente anche tra diverse case automobilistiche, sfruttando la possibilità di avere quella che Gawer, Cusumano (2014) definiscono una piattaforma interna per lo sviluppo comune di innovazioni, permettendo di abbassarne i costi di produzione e sviluppo. Si possono usare le parti del veicolo attraverso piattaforme dedicate, che permettono una maggiore standardizzazione, come ad esempio il MEB⁵, che permette al gruppo Volkswagen di utilizzare un'unica piattaforma per lo sviluppo di più vetture elettriche, di segmenti diversi e di potere dividerla con Ford. Il motore elettrico presenta anch'esso una modularità intrinseca, essendo caratterizzato da interfacce standardizzate (Cabigiosu, 2013); (Proff e al. 2015). Quello che colpisce è che permette, in combinata con la piattaforma dedicata, una modularità che può essere esportata su più modelli e *partnership* tra più aziende. Di contro se un prodotto complesso appena introdotto presenta un'alta integrazione, nell'EV dovrebbe risultare l'opposto data l'alta modularità. In questo ambito rientra però l'incertezza dell'introduzione di una nuova tecnologia, che costringe il produttore a considerare i *trade off* e a restare integrato verticalmente (Cabigiosu, 2013). Il veicolo

⁴ <https://nextmove.de/fahrzeuge-und-preise/vw-egolf-vii-358-kwh/>

⁵ <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677>

elettrico con le nuove tecnologie introdotte presenta delle interdipendenze, che il *carmaker* non conosce a pieno: l'introduzione di una batteria di maggiori dimensioni necessita del re-design di sistemi di raffreddamento più grandi, occupando più spazio, magari destinato ad altre parti, che potrebbero anche queste essere modificate, aumentando il peso e limitando la prestazione, dovendo rendere necessario un aggiustamento, di conseguenza il veicolo resta con un'architettura integrale (Cabigiosu, 2013), e in più richiede nuove conoscenze da parte del *carmaker* (Donada, 2013). Limita la possibilità di sviluppo autonomo delle parti dal fornitore data la necessità di un gestore della performance che coordini lo sviluppo, con una visione più ampia, che vada oltre il singolo subsistema. Se all'inizio il veicolo elettrico viene introdotto da molte case produttrici come un riadattamento dell'ICE, in realtà un'auto sviluppata appositamente per ospitare la propulsione elettrica rappresenta un'alternativa migliore in termini di design e gestione della performance (Proff e al. 2015). Il che ci porta a considerare un motivo in più per vedere l'EV come un prodotto certamente più modulare dell'alternativa ICE, ma non modulare del tutto: maggiore modularità nel design di alcuni subsistemi, ma non esclude la possibilità di interdipendenze con l'introduzione di nuove tecnologie che porti il prodotto ad un design integrale, dettato dall'OEM, per avere una performance totale (Cabigiosu, 2013). Ne trova conferma anche l'idea di Agassi, ex presidente SAP, di fornire un'unica batteria a tutti gli OEM, che a causa delle tante interdipendenze differenti tra veicoli diversi e diverse case, non è stata portata avanti: il veicolo è di natura integrale, non è pensabile avere un unico subsistema condiviso di così alto valore per tutte le auto elettriche (Jacobides, Macduffie, 2013). Il *carmaker* deve necessariamente agire come integratore di sistema per garantire una performance adeguata, attraverso la gestione dello sviluppo delle parti con i fornitori e conscio del fatto che la conoscenza si sposta maggiormente in ambito elettrico (Donada, 2013).

2.1 La batteria: prospettiva sull' in-house development o shift verso i supplier

L'elettrico si sta muovendo attraverso una finestra temporale diversa da quella dell'introduzione del veicolo ICE, per come lo conosciamo noi, degli anni '30 del secolo scorso: il problema dell'inquinamento è molto più sentito e le istituzioni premono per abbassare il livello di CO2 (Nicoletti e al. 2020), introducendo standard sull'inquinamento

sempre più severi che limitano lo sviluppo di nuovi motori a combustione e spingono l'OEM verso l'elettrificazione della flotta (Bohnsack e al. 2014). Lo spostamento verso l'elettrico implica che i due principali punti innovativi del veicolo elettrico siano il motore e la batteria, la componente a maggiore valore aggiunto del veicolo elettrico è sicuramente quest'ultima (Huth e al. 2015); (Jetin, 2020). La batteria fornisce energia al sistema di propulsione (Chan, 2007), come se fosse un serbatoio pieno di energia che viene mandata al motore. È importante perché impatta più delle altre parti sul veicolo elettrico e sul suo costo (Huth e al. 2015); (Taniguchi, 2001), arrivando ad incidere nel costo totale per il 40% del veicolo (Lebedeva e al. 2017). Partiti da questo punto è importante capire che una batteria di un'auto, che svolga la funzione di fornitore di energia elettrica, è una componente complessa. Il principale tipo di batteria usata è agli ioni di litio, la stessa che troviamo nei nostri pc e *smartphone*. Prima di discutere come l'OEM intende interagire con lo sviluppo della batteria ci soffermiamo su questa componente. La batteria viene composta in più fasi, che interessano vari passaggi della catena del valore. Essa è composta da elettrodi che devono essere rivestiti, compressi e tagliati e vanno a formare le celle. Dopo vengono impacchettati all'interno di una cella dove sono separati tra loro e non si toccano. All'interno della cella viene iniettato l'elettrolita e viene chiusa. Da qui la cella è formattata e viene caricata e scaricata per raggiungere la capacità massima di carica (Huth e al. 2013); (Huth e al. 2015); (Jetin, 2020). Successivamente le celle vengono unite tra di loro e raggruppate in moduli collegati ad altri sistemi di controllo della temperatura e di gestione della batteria, Figura 2 (Huth e al. 2013); (Huth e al. 2015); (Donada, 2013). Il *packaging* si ha quando i moduli vengono inseriti nel pacco batteria e si uniscono ad altri sistemi di gestione della carica principali (Huth e al. 2013); (Huth e al. 2015). Si ha una differenza tra *cell manufacturer* e *packager*. I primi si occupano di lavorare sulle componenti grezze della futura batteria, mentre i secondi di comporla e di incorporarla nel veicolo (Huth e al. 2013). Con un valore aggiunto del 65% sul *cell manufacturer*, secondo Huth e al. (2013). La sfida quindi dell'OEM è capire come muoversi alla luce di una tecnologia da incorporare nel veicolo. La necessità di conoscenza è riconducibile, in un primo momento, al campo chimico per i primi passaggi, di cui l'OEM ne è sprovvisto (Donada, 2013); (Borgstedt e al. 2017). Il *carmaker*, da parte sua, ha conoscenza come integratore di sistema (Jacobides e al., 2016);

(Zirpoli, Becker, 2011), che può essere utile per avere un controllo sull'integrazione della batteria nel veicolo. In linea con quanto dice Huth e al. (2013) il *carmaker* ha davanti a

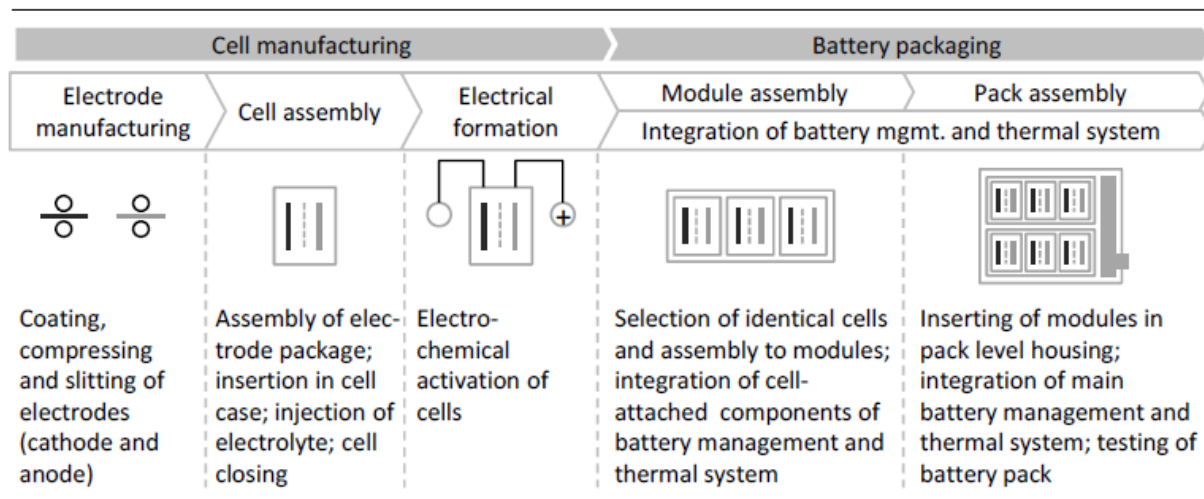


Figura 2 Differenza tra cell manufacturing e Battery packaging

Fonte: Huth e al. 2013; pag.79

sé quattro percorsi che può attuare, e che tutt'ora sta applicando riguardante il grado di integrazione delle attività di produzione della batteria. L'OEM deve decidere come muoversi lungo la catena del valore della batteria, cosa progettare, produrre e cosa acquisire da fornitori specializzati. Può essere *full integrator*, con una copertura di tutta la catena del valore. Questi OEM attuano delle *joint venture* con produttori chimici, elettronici, come Sumitomo Corp., Norvolth AB, Bosch, LG Cem, Panasonic per avere conoscenza. Questi OEM sono i leader nell'elettrificazione (Huth e al. 2013). Essendo la batteria al centro del loro business come tecnologia chiave, per avere un controllo sulla conoscenza e sui costi, la producono completamente *in house*. Il produttore che segue questa strategia considera la

batteria la maggiore fonte profitto e il potenziale *core business* del futuro (Huth e al. 2013). L' OEM che attua questa strategia ha un problema da affrontare: l'incertezza della nuova tecnologia e della sua adozione. Una strategia completamente integrata potrebbe creare problemi fino al completo sviluppo della tecnologia (Balakrishnan, Wernerfelt, 1986), di conseguenza l'OEM potrebbe produrre *in house* fino a un certo numero di batterie, per affidarsi per la parte eccedente ai *supplier*. Una seconda strategia è seguire il percorso del *Waiting integrator* (Huth e al. 2013), che si basa su quello del *full integrator*, ma con due differenze: si affidano di più ai *supplier* per avere nuove soluzioni sulla produzione delle batterie (Proff, 2015) e il loro sviluppo interno è in competizione con quello del fornitore. Gli OEM formano delle *joint venture* per la produzione della batteria (Huth e al. 2013), alle quali affidano il *packaging* di una parte delle batterie per tagliare i costi. Contemporaneamente cercano fornitori di batteria ad un prezzo competitivo e con tecnologie nuove (Huth e al. 2013). In questo caso sembrerebbe che riescano a gestire i fornitori, costringendoli a una competizione sulla tecnologia (Huth e al., 2015). Le minacce delle nuove tecnologie, come le batterie al litio-aria e batterie allo stato solido⁶, sembrano mitigate da questa strategia (Huth e al. 2015); (Proff, 2015) permettendo all'OEM di essere sempre aggiornato. Il *packager* invece, se all'inizio pensava di acquisire l'intero pacco batteria dai fornitori, ha cambiato strategia comprando le celle dal *supplier*, e le integra in pacchi batteria che produce *in house* (Huth e al. 2013). Questo accade per due motivi a nostro avviso, per prima cosa l'incertezza del mercato dell'EV non rende possibile una scelta sicura di produrre le celle; come seconda il costo di sviluppo ex novo della batteria completa è molto alto, includendo non solo la tecnologia in sé, ma anche la produzione, mettendo a rischio la flessibilità finanziaria dell'OEM. Il *packager* ha capito che la sua abilità non è nella produzione, ma nell'interazione tra veicolo e batteria: "*the intelligence of the battery does not lie in the cell but in the complex battery system*" (Donada, 2018, pag. 235), parole di Dieter Zetsche, ex CEO Daimler, che conferma quanto importante sia l'integrazione delle tecnologie nel veicolo e per il momento l'OEM non si spinge sulla produzione di celle. Non riconoscono nella fabbricazione di celle il loro vantaggio

⁶ https://www.ilsole24ore.com/art/nio-et7-nuova-auto-elettrica-cinese-batterie-stato-solido-AD1Eo6CB?refresh_ce=1

architetturale (Donada, 2018). L'OEM che segue questa strategia tiene per sé e sviluppa la capacità di integratore delle nuove componenti anche attraverso lo sviluppo in comune di piattaforme con altri OEM. Sfrutta la capacità di aziende specializzate nel design delle celle e spinge sull'uso della tecnologia disponibile migliore, come il *waiting integrator*. Mentre fa produrre celle da fornitori specializzati, cerca di aumentare la conoscenza in merito per non essere dipendente del tutto dal fornitore. L'ultima strategia è quella dei *purchaser*, che non attuano partnership con altre aziende (Huth e al. 2015), si limitano ad acquistare le batterie dai *supplier*. Al momento non è possibile dire quale strategia sia la migliore (Huth e al. 2013), ma anzi possiamo pensare che l'OEM segua una strategia di integrazione verticale a seconda dell'introduzione di nuove tecnologie e dell'aumentare delle proprie competenze elettro chimiche.

2.2 Chi fa cosa? Un'analisi dei principali OEM su motore elettrico e batteria

Come sappiamo un'auto è un veicolo complesso, costituito da più parti le cui funzioni servono per portare ad un risultato generale ottimo. Se il design dominante prevedeva, in un'auto ICE, un motore a combustione interna, cambio, trasmissione, freni, una cella per l'abitacolo, pianale, etc., le parti che l'OEM produceva e ne curava il design *in house* erano quelle a più alto valore aggiunto, *core*, e che richiedevano un alto livello di integrazione per garantire una certa performance (Takeishi, 2001); (Zirpoli, Camuffo, 2009); (Jacobides e al., 2016); (Zirpoli, Becker, 2011). L'auto elettrica non si discosta molto dalla corrispondente a motore a combustione interna; applicando il concetto di attività *core* possiamo dire che le innovazioni apportate riguardano il motore, che diventa elettrico, e l'energia usata, che deriva dal pacco batteria. A partire dal fenomeno Tesla di fine anni 2000, molte case automobilistiche, che noi definiamo "classiche" intendendo le più storiche, hanno approcciato a questo mondo proponendo prima dei *fit* sui loro già esistenti veicoli e successivamente hanno sviluppato veicoli con un design propriamente pensato per supportare l'architettura dell'EV. Abbiamo preso in considerazione i due subsistemi principali che cambiano rispetto all'ICE per arrivare ad avere un quadro della situazione dall'arrivo dell'elettrico sul mercato. Proponiamo di seguito un'analisi su ciò che l'OEM, sia esso un produttore storico, definito *incumbent*, o un *new entrant*, propone come strategia.

2.2.1 BMW

Bmw è stata tra i primi *incumbent* a proporre una versione completamente elettrica di un'auto con il loro marchio. Lo sviluppo è dovuto anche a un interesse del Governo Federale nell'elettrico come componente principale dell'Integrated Energy and Climate Programme (IEKP) nel 2007 (Sovacool e al. 2019). La Bmw i3, lanciata insieme alla più performante e ibrida i8, è figlia di un programma di R&D non tanto sulla batteria, ma sulla piattaforma e sul telaio. Il tentativo è quello di ottimizzare l'architettura dell'EV, cercando un risparmio di peso. Bmw, a fine anni 2000, inizia a sviluppare un telaio in plastica rinforzata in fibra di carbonio (CFRP), con un costo approssimativo totale di circa 1 MLD di dollari di investimento. Inizialmente sviluppa in proprio la struttura, una volta ottenuta una *knowledge base*, forma una *partnership* con SGL⁷ per produrre il nuovo telaio. Un'alleanza con SGL che porta avanti anche per il progetto *inext*⁸. Il gruppo tedesco progetta da sé il motore (Sovacool e al. 2019) e cerca di avere un sistema modulare per fornire tutti i modelli esistenti con una variante elettrica. Sviluppa in proprio la parte del modulo batterie e si occupa dell'assemblaggio del pacco batteria, formato da 8 celle per modulo, con 12 moduli da inserire nel pacco batterie, in stabilimenti situati in Germania e Stati Uniti. A differenza degli altri OEM, propone una alta modularità sulla riparazione dei moduli, permettendo una riparazione del singolo modulo senza sostituire l'intera batteria (Sovacool e al. 2019). Le singole celle vengono fornite da Samsung SDI⁹ e CATL¹⁰, ma sta acquisendo conoscenze in proprio in tale ambito¹¹. Da considerare come CATL sfrutta la vicinanza all'OEM attraverso la costruzione di celle a Erfurt, Germania¹²; sfruttando il concetto di *supplier park* espresso da Sako (2003). Bmw offre un sistema di ricarica proprio, in 38 paesi, che propone una

⁷ www.press.bmwgroup.com

⁸ https://www.polimerica.it/articolo.asp?id=21076&from_rss=yes

⁹ <https://insideevs.com/news/338067/bmw-i3-samsung-sdi-94-ah-battery-rated-for-524000-miles/>

¹⁰ <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0302864EN/bmw-group-forges-ahead-with-e-mobility-and-secures-long-term-battery-cell-needs-%E2%80%93-total-order-volume-of-more-than-10-billion-euros-awarded>

¹¹ <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0276448EN/bmw-group-invests-200-million-euros-in-battery-cell-competence-centre>

¹² <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0302864EN/bmw-group-forges-ahead-with-e-mobility-and-secures-long-term-battery-cell-needs-%E2%80%93-total-order-volume-of-more-than-10-billion-euros-awarded>

ricarica in casa, con BMW I 360° CONNECT e offre un contratto per la fornitura di energia pulita con Naturstrom per il proprio mercato domestico (Sovacool e al. 2019); (Scott e al. 2013). Prevede di avere entro il 2025 un pianale, denominato “Neue Klasse”¹³, per sviluppare tutti i veicoli elettrici e poterli equipaggiare con motore elettrico, ma anche con motore a combustione interna al fine di sfruttare economia di scala. Porta avanti, insieme al nuovo pianale, la ricerca su nuove tecnologie applicabile alla batteria: lo stato solido, che permetterebbe un aumento della densità di potenza e una diminuzione nell’uso dei materiali rari¹⁴, in collaborazione con l’Unione Europea.

2.2.2 Daimler Group

Daimler ha iniziato proponendo due prodotti di due case dello stesso gruppo che nascono elettriche: Smart Forfour e Mercedes EQC. Quest’ultima, presentata nel 2019¹⁵, rappresenta la prima Mercedes *full electric* per il mercato premium che prevede un sistema a quattro ruote motrici su un SUV di medie dimensioni. Il motore elettrico viene sviluppato e prodotto *in house* insieme a un sistema di differenziale, presente in questa vettura, di raffreddamento e di elettronica di potenza per avere un pacchetto molto integrato e occupare poco spazio¹⁶. In questo modello proposto da Mercedes Benz i motori sono due, posizionati uno per asse e grazie all’elettronica gestiscono la potenza, che arriva fino a 300 Kw. Se il sistema di propulsione elettrica viene prodotta dal gruppo lo stesso vale per il pacco batterie. Mercedes Benz punta nei prossimi anni ad aumento della percentuale di vendita elettrica rispetto all’ICE del 15%, introducendo 130 varianti tra elettrico ed ibrido¹⁷ che riguardano non solo il veicolo privato, ma anche mezzi di lavoro, principalmente camion di piccole dimensioni per il trasporto urbano. Quello che emerge è che per quanto riguarda la batteria,

¹³ <https://www.alvolante.it/news/bmw-nuova-piattaforma-new-class-2025-372666>

¹⁴ <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0330050EN/new-cell-technology-for-neue-klasse:-bmw-group-strengthens-battery-expertise-as-part-of-the-european-battery-innovation-initiative>

¹⁵ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/The-Mercedes-Benz-among-electric-vehicles.xhtml?oid=40995157>

¹⁶ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Powertrain-Dynamic-performance-meets-efficiency.xhtml?oid=40995447>

¹⁷ <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/battery-cells.html>

resta integrata verticalmente producendo i moduli e integrandoli nel sistema batteria da posizionare nel fondo della vettura (Figura 3).



Figura 3 Pacco batteria Mercedes EQC

Fonte: <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/battery-cells.html>

Le celle della batteria vengono acquistate da tre supplier: la LG Chem, SK Innovation e la cinese CATL. Queste celle, dopo essere state lavorate, vengono inviate in Germania, Cina, Thailandia, Stati Uniti per la lavorazione dei moduli. Le altre materie prime vengono prese nella Repubblica Democratica del Congo¹⁸. Mercedes con l'EQC si configura come un'OEM

¹⁸ <https://www.reuters.com/article/us-daimler-batteries/daimler-to-buy-23-billion-of-battery-cells-for-electric-car-drive-idUSKBN1OA0OG>

che sceglie di dettare regole di design precise per quanto riguarda i due elementi di maggior valore nell'EV, il motore e il sistema batteria.

Nello sviluppo della *city car* del gruppo Daimler, la Smart EQ, la casa si affida ad una batteria sviluppata dalla sussidiaria Accumotive¹⁹, che assembla le batterie in Sassonia in un impianto che vede impegnate circa un migliaio di lavoratori ed è costato mezzo miliardo di euro. Evonik²⁰ si proponeva invece come partner per la fornitura delle batterie fino al 2015, anno in cui si è disciolta (Müller, Stephan, 2020). Nel 2010 Tesla raggiunge un accordo per la fornitura della *powertrain* a Smart con un investimento di Mercedes in Tesla di 50 milioni di dollari (Stringham e al. 2015). Da quanto trovato per Smart, la strategia è affidarsi ad uno sviluppo in house per la batteria, mentre il motore è fornito da Tesla. Nello sviluppo di una variante SUV si prepara a sfruttare la piattaforma di Geely, usata anche da Volvo, Polestar, Lynk & Co.²¹.

2.2.3 FIAT

L'azienda torinese inizia a pensare ad una BEV attraverso l'adattamento del loro modello più iconico, la 500. L'approccio allo sviluppo è singolare, viene definita dall'allora CEO Marchionne una "pecora nera" e l'intenzione non era quella di venderla su larga scala, ma solo per andare incontro agli standard sulle emissioni richiesti dalla California (Sovacool, 2019). Marchionne ha criticato l'approccio californiano sottolineando come ad ogni fiat 500e venduta, FIAT perdesse 10000\$²². Con la nuova 500e la *powertrain* è fornita dalla Bosch (Sovacool, 2019), le celle da Samsung SDI²³, mentre il sistema della batteria viene assemblato nello stabilimento di Mirafiori, dove si produrranno anche le due sportive di

¹⁹ <https://insideevs.it/news/356357/smart-eq-elettrica-fortwo-2019-cosa-ce-da-sapere/>

²⁰ <https://media.mercedes-benz.it/evonik-e-daimler-stringono-unalleanza-strategica-per-lo-sviluppo-e-la-produzione-di-batterie-agli-ioni-di-litio/>

²¹ <https://insideevs.it/news/446299/smart-suv-crossover-elettrica/>

²² <https://chargedevs.com/features/a-reluctant-gem-the-fiat-500e-ev/>

²³ <https://www.notizieauto.it/fiat-taglia-la-produzione-della-500-elettrica>

lusso Maserati Granturismo e Grancabrio, che saranno completamente elettriche²⁴. Il nuovo stabilimento che ospiterà la produzione della batteria è denominato *battery hub* ed è al centro di un investimento iniziale di 50 milioni €. Sarà in grado di produrre 80000 veicoli l'anno ed interesserà un partner per la produzione, Comau. Le stesse celle vengono fornite dalla Bosch²⁵. La strategia di FCA, se all'inizio era quella di avere un'auto in grado di fare da cuscinetto per il controllo delle emissioni e la continuazione delle vendite in California di auto più sportive del marchio Dodge appartenente al gruppo, con il lancio della nuova 500e la visione dell'azienda si è adattata a quella dei competitor classici. Il gruppo Stellantis con Engie EPS, società che opera nel settore delle ricariche, formeranno una *joint venture* per la fornitura di attrezzatura di ricarica domestica e possibili usi di servizi di *vehicle to grid* con le colonnine di ricarica²⁶

2.2.4 Honda

Il produttore giapponese attua una strategia che punta all'uso della tecnologia GM per i moduli. Entrambi i produttori automobilistici puntano su R&D per quanto riguarda sia i moduli, appunto forniti da GM, sia delle celle²⁷, ma si affidano anche al produttore CATL²⁸. Honda punta anche sull'uso di una piattaforma di sviluppo per il proprio veicolo elettrico, che verrà prodotto da GM²⁹. L'OEM nipponico presenta un programma per l'auto elettrica per uso urbano con un sistema di ricarica, integrato nella vettura, proprio³⁰. Un ulteriore passo verso l'elettrificazione è fatto in ordine della fornitura elettrica e il riuso delle batterie

²⁴ <http://www.media.fcaemea.com/em-en/corporate-communications/press/new-battery-hub-at-mirafiori-speeds-fca-electric-product-plans>

²⁵ <https://www.bosch.com/stories/quiet-enthusiasm/>

²⁶ <https://insideevs.it/news/497923/free2move-esolutions-stellantis-servizi-auto-elettriche-engie/>

²⁷ <https://plants.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2018/jun/0607-gm-honda-battery-cell.html>

²⁸ http://autonews.gasgoo.com/new_energy/70014684.html

²⁹ <https://hondanews.com/en-US/releases/release-5f2b9148a4739fe74624ff20d90029e7-general-motors-and-honda-to-jointly-develop-next-generation-honda-electric-vehicles-powered-by-gms-ultium-batteries>

³⁰ <https://hondanews.eu/eu/lv/cars/media/pressreleases/183624/all-new-honda-e-platform-engineered-to-deliver-exceptional-urban-driving-experience>

collaborando con la società *American Electric Power (AEP)*³¹. La collaborazione mira ad avere un uso della batteria non solo per fornire potenza all'auto, ma anche come magazzino di energia utilizzabile in altri ambiti. Il progetto serve per sfruttare l'integrazione tra auto e rete di fornitura elettrica, includendo la possibilità di ricaricare la propria auto con l'uso di energia da fonti rinnovabili. L'approccio include anche l'uso di pannelli per alimentare le proprie fabbriche³². Sfruttando la piattaforma in comune con GM e l'uso di tecnologia rinnovabile, l'OEM punta a integrare il proprio business model attraverso l'elettrico e lo sviluppo della rete di ricarica.

2.2.5 Hyundai

Hyundai e Kia hanno nel loro portfolio auto EV per un piano nel lungo termine che vede l'ampliamento della gamma elettrica. La strategia prevede lo sviluppo di veicoli elettrici, con un controllo dell'architettura fatta *in house*³³, ma anche di servizi legati alla mobilità. Questi servizi prevedono *car sharing*, noleggio della batteria e della vettura. Includendo nei piani di Hyundai-Kia lo sviluppo di un centro di R&D sulle batterie, i moduli vengono sviluppati dall'OEM, mentre SK Innovation fornisce sia celle che batterie a Hyundai³⁴. Quest'ultimo produce la Kona electric in Europa, sfruttando fornitori europei per la gestione della batteria³⁵. Si affida anche a Samsung SDI e LG Chem per la fornitura di celle³⁶. Presenta quindi una strategia simile agli altri produttori: si affida a più fornitori specializzati per avere sempre a disposizione un alto numero di celle e la tecnologia migliore.

³¹ <https://hondanews.com/en-US/releases/release-7e36eebd021e462d9db5d8e92adeefcf-honda-conducting-research-with-american-electric-power-to-develop-2nd-life-for-used-ev-batteries>

³² <https://hondanews.com/en-US/honda-corporate/releases/release-32797eaea7316f1bed4bfcd27919f703-honda-targets-100-ev-sales-in-north-america-by-2040-makes-new-commitments-to-advances-in-environmental-and-safety-technology>

³³ https://press.kia.com/eu/en/home/media-resouces/press-releases/2020/Plan_S.html

³⁴ <https://english.nna.jp/articles/3568>

³⁵ <https://insideevs.com/news/401471/hyundai-kona-electric-production-czechia/>

³⁶ <https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-factbox/factbox-the-worlds-biggest-electric-vehicle-battery-makers-idUSKBN1Y02JG>

2.2.6 Nissan - Renault

I due *carmaker* propongono da tempo diverse alternative all'auto con motore termico. Renault ha sviluppato la ZOE, mentre Nissan vede nella Leaf il suo punto di riferimento per il mercato elettrico, insieme ad alternative appartenenti ad altri segmenti³⁷. Renault intende sfruttare una piattaforma sviluppata con Nissan per l'uso nei prossimi veicoli elettrici³⁸, la CMF, che potrebbe portare ad una riduzione dei costi fino al 30% rispetto ad un veicolo ICE. Lo sviluppo del motore³⁹ e del sistema di gestione termico viene prodotto *in house*, per avere capacità di gestione dei nuovi subsistemi. Mentre il motore viene prodotto dalla casa francese, le celle vengono acquistate da CATL⁴⁰ e LG Chem⁴¹. Nissan si affida a CATL per le celle, come Renault, ma acquista anche pacchi batterie completi da NEC grazie a AESC, *joint venture* creata per fornire batterie complete⁴². Il *carmaker* francese collabora con Enel X per la fornitura di energia e relativa possibilità di ricarica a casa del cliente⁴³.

2.2.7 Ford

La casa responsabile della motorizzazione di massa degli Stati Uniti nel ventesimo secolo ha iniziato ad investire nella tecnologia del veicolo elettrico con il modello Ford Mustang Mach-E. Questo modello è un SUV di medie dimensioni *full electric* motorizzato con due motori posti sugli assi per il modello AWD (All Wheel Drive) o disponibile anche con un unico motore⁴⁴. La batteria che si trova nella parte inferiore dell'auto, lungo il pianale, eroga

³⁷ <https://www.nissan.it/gamma/auto-elettriche.html>

³⁸ <https://europe.autonews.com/automotive-news-europe-congress-conversations/renewal-achieves-ev-cost-breakthrough-nissan-exec>

³⁹ <https://group.renault.com/en/our-company/locations/cleon-plant-2/>

⁴⁰ <https://www.greencarcongress.com/2018/05/20180511-catl.html>

⁴¹ <https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-factbox/factbox-the-worlds-biggest-electric-vehicle-battery-makers-idUSKBN1Y02JG>

⁴² <https://global.nissannews.com/en/releases/release-802293a55e09aa3ecd57e61fdfa767e6-080519-01-e>

⁴³ <https://insideevs.it/news/506900/renault-enel-x-pacchetti-ricarica/>

⁴⁴ <https://www.ford.it/auto/mustang-mach-e#features>

75,7 Kw/h ed è sviluppata insieme al gruppo Volkswagen⁴⁵. Ford e Volkswagen condivideranno la piattaforma, sviluppata da quest'ultima, MEB⁴⁶, al fine di avere economia di scala e un'unica piattaforma di sviluppo per il *drive system* elettrico. La stessa Ford investirà, entro il 2023, in Europa per la costruzione di fabbriche per la costruzione della Mach-E e la piattaforma modulare⁴⁷. Le celle vengono fornite da LG Chem, già fornitore delle batterie di Ford, Volkswagen, Volvo, dal 2010⁴⁸. Ford produce tramite partnership il pacco batteria e i moduli con LG Chem, utilizzando i propri impianti, arrivando a rifornire 600000 veicoli annui. Collabora con BMW per lo sviluppo di tecnologie legate alle celle, insieme a Volta Energy Tech, attraverso una serie di investimenti con il fine di assicurarsi la fornitura delle batterie allo stato solido⁴⁹.

2.2.8 GM

General Motors prevede lo sviluppo elettrico, oltre che per veicoli da spostamento urbano, anche per camion⁵⁰ sfruttando l'impianto dove si produce anche la Cadillac CT6. Il produttore americano sfrutta la collaborazione con LG Chem (USA), CATL per lo sviluppo delle batterie e per avere sussidi dal governo cinese, per la vendita dei veicoli oltreoceano. La LG Chem ha intenzione di investire nelle nuove tecnologie per avere una produzione di scala con GM nell'impianto di Spring Hill⁵¹. Questo dovrebbe permettere all'OEM l'esplorazione delle nuove tecnologie sulle batterie e sulla manifattura, tenendola *in house*. È prevista l'inclusione della batteria nella nuova piattaforma per lo sviluppo di camion e

⁴⁵ <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2020/06/10/ford-volkswagen-sign-agreements-for-joint-projects.html>

⁴⁶ <https://www.autoexpress.co.uk/ford/105692/ford-to-build-electric-cars-on-vw-s-meb-platform-in-2023>

⁴⁷ <https://www.evspecifications.com/en/news/95cb3ed>

⁴⁸ <https://www.evspecifications.com/en/news/01402da>

⁴⁹ <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0331495EN/bmw-group-strengthens-leadership-position-in-battery-technology-with-investment-in-solid-state-innovator-solid-power?language=en>

⁵⁰ <https://plants.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2020/jan/0127-dham.html>

⁵¹ <https://media.gm.com/media/us/en/gm/home.detail.html/content/Pages/news/us/en/2021/apr/0416-ultium.html>

veicoli urbani⁵². La modularità dovrebbe portare una riduzione dei costi, efficienza del capitale e nuove fonti di ricavi⁵³. Questa dovrebbe consentire anche la guida autonoma.

2.2.9 PSA

Il gruppo francese produce tre auto elettriche: Peugeot 208e, Citroen DS3 E-TENSE e AMI. Quest'ultima rappresenta una soluzione per il traffico cittadino con un'autonomia di 75km⁵⁴. Nel 2016 si accorda con Dongfeng group per lo sviluppo di una piattaforma per le future auto da condividere con Citroen (Lebedeva e al. 2017). Il gruppo acquista le celle da LG Chem e CATL⁵⁵. Dal 2023 Peugeot produrrà le celle in collaborazione con Total nella nuova *joint venture* ACC⁵⁶. ACC sarà al centro dei programmi di raccoglimento di informazioni per la tecnologia delle celle e la tecnologia sarà applicata in due fabbriche in Francia e Germania, con un supporto pubblico all'investimento di circa 1,3 € miliardi. Per quanto riguarda i moduli e il pacco batteria il gruppo li produce *in house*³¹. Il motore elettrico, denominato eGMP, viene prodotto e assemblato a Trémery insieme al cambio. Questo è stato possibile grazie alla *joint venture* con Nidec Leroy- Somer⁵⁷ che produce motori elettrici.

2.2.10 Volkswagen/Audi

Il gruppo tedesco, che nel 2019 è stato il più grande produttore di auto con circa 10,9 milioni di veicoli⁵⁸, si vede impegnato nel passaggio dei modelli della flotta attuale con motore termico ad elettrico con batteria. Considerando il continuo lancio di nuovi modelli

⁵² <https://www.gm.com/our-stories/commitment/ev-battery-modular-technology.html>

⁵³ <https://media.gm.com/media/us/en/gm/ev.detail.html/content/Pages/news/us/en/2020/mar/0304-ev.html>

⁵⁴ <https://www.citroen.it/ami>

⁵⁵ <https://europe.autonews.com/automakers/psa-will-produce-batteries-slovakia-spain>

⁵⁶ <https://www.groupe-psa.com/en/newsroom/corporate-en/groupe-psa-and-total-create-automotive-cells-company/>

⁵⁷ <https://media.stellantis.it/it/il-sito-di-tr%C3%A9mery-regione-grand-est-francia-al-centro-della-transizione-energetica-di-groupe-psa>

⁵⁸ <https://www.sicurauto.it/news/attualita-e-curiosita/top-10-case-auto-del-2020-chi-rischia-di-piu-il-titolo-mondiale/>

EV, al momento il gruppo ha proposto VW E Golf, VW E Up, VW ID3 e ID4, Audi e tron ed e tron GT, Porsche Taycan. Il gruppo si affida a SK Innovation, LG Chem, Samsung e CATL per la fornitura delle celle⁵⁹(Rong e al. 2017); (Miller, 2019). Il fatto di avere più di un fornitore è legato al mercato di interesse strategico: SKI è responsabile della fornitura per il mercato nordamericano ed europeo, mentre gli altri per il mercato asiatico. Allo stesso tempo VW si muove con Northvolt AB per la produzione delle batterie attraverso una *joint venture* che prevede un posto nel consiglio di sorveglianza della Northvolt per VW⁶⁰. I due procederanno alla costruzione di un impianto di produzione in Svezia e Germania. Nell'impianto di Salzgitter, Bassa Sassonia, Northvolt venderà la proprietà a favore di VW perché continui la produzione della batteria in proprio⁶¹ mentre investirà nei prossimi dieci anni 14 miliardi \$ in Svezia. Il gruppo tedesco arriverà a produrre nuovi 80 modelli di auto elettriche entro il 2025 e la strategia è quella di comprare le celle, ma fabbricare in proprio la batteria. L'OEM si affida per la fornitura di intere batterie a Wanxiang 123 e Guoxuan High-Tech per il mercato cinese, dato il possibile alto numero di vendite⁶² e l'appoggio avuto dal governo cinese (Rong e al, 2017). Gli investimenti riguardano anche la piattaforma MEB⁶³, Figura 4, che garantisce una grande modularità per tutti i modelli elettrici del gruppo, con l'obiettivo di avere una piattaforma utile anche ad altre aziende automobilistiche. Alla fine del 2019 lo stabilimento di Zwickau è stato al centro della svolta per l'elettrico dato che è lì che si producono le ID3⁶⁴ che riforniranno il mercato europeo. Insieme allo stabilimento di Zwickau viene usato anche quello di Kassel⁶⁵. Il sistema di

⁵⁹ <https://www.volkswagenag.com/en/news/2018/11/volkswagen-nominates-further-battery-cell-supplier.html>

⁶⁰ <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-and-northvolt-form-joint-venture-for-battery-production-5316>

⁶¹ <https://northvolt.com/newsroom/NorthvoltEtt-supply>

⁶² <https://www.hdmotori.it/volkswagen/articoli/n524386/volkswagen-batterie-auto-elettriche-wanxiang-a123/>

⁶³ <https://www.volkswagenag.com/en/group/e-mobility.html>

⁶⁴ <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/from-springs-and-dampers-to-rotors-and-stators-5177>

⁶⁵ <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/10/powerful-and-scalable-the-new-id-battery-system.html>

batteria viene sviluppato da VW, che integra un sistema di bilanciamento e di controllo delle celle.

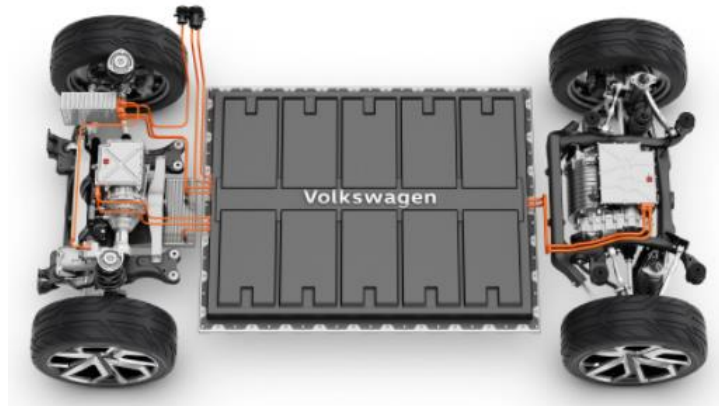


Figura 4 Piattaforma MEB

Fonte: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677>

Il cambio ad una marcia viene sviluppato *in house* insieme al motore elettrico APP310, e viene prodotto nell'impianto di Kassel⁶⁶. Il motore elettrico, costruito su design sviluppato in proprio, viene prodotto per l'ID4 in Cina con FAW in una *joint venture*. La piattaforma MEB risulta ancora più modulare rispetto a MQB, usata per i motori a combustione interna, così da permettere il *fit* su tutte le auto del gruppo⁶⁷. Volkswagen punta all'acquisto di

⁶⁶ <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/in-brief-the-all-rounder-the-1-speed-gearbox-5818>

⁶⁷ <https://www.autonews.com/automakers-suppliers/vw-signs-ev-startup-first-partner-meb-electric-platform>

Guoxan High tech Co Ltd per diventare il primo produttore di auto straniero in Cina⁶⁸. Il gruppo ha sviluppato il motore per l'Audi e tron, arrivando ad un motore elettrico asincrono dove il responsabile del design è la divisione di Gyor, che collabora con il quartiere generale a Inglostadt⁶⁹. L'Audi e tron GT viene prodotta in Germania e condivide il cambio a due marce e il tetto con la sorella Porsche Taycan⁷⁰. La batteria di quest'ultima, formata da 33 moduli⁷¹, viene prodotta e sviluppata in Germania da Draxlmaier Group⁷². Dato l'alto interesse verso la vettura, l'Audi ha inviato dipendenti propri nello stabilimento Porsche per gestire la produzione⁷³.

2.2.11 Toyota

La casa nipponica, da tempo impegnata nello sviluppo dell'ibrido con il modello Prius, propone per lo sviluppo di un'alternativa esclusivamente elettrica una strategia multilaterale con i *supplier*. Forte dell'esperienza avuta con il modello Prius, Toyota promuove una serie di alleanze per lo sviluppo sia della batteria, sia del *powertrain* elettrico. La batteria viene fornita da CATL, con la quale sviluppa le celle e la possibilità di riuso della batteria⁷⁴. La propensione allo sviluppo di nuove tecnologie dimostrata in passato si riconferma anche nell'elettrico dato che l'OEM propone lo sviluppo, con *partnership* di Panasonic Corporation, di un nuovo tipo di batteria a prisma. Toyota e Panasonic hanno deciso di creare Prime Planet Energy & Solutions per lo sviluppo di questo tipo di batterie. La nuova società fornirà le batterie non solo a Toyota, ma a tutti i

⁶⁸ <https://www.dmove.it/news/volkswagen-fa-acquisti-in-cina-e-rileva-il-20-di-un-produttore-di-batterie>

⁶⁹ <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/09/electric-motor-now-in-series-production-in-gyoer.html>

⁷⁰ <https://www.electrive.com/2021/02/09/audi-e-tron-gt-more-than-a-taycan-clone/>

⁷¹ <https://newsroom.porsche.com/en/products/taycan/battery-18557.html>

⁷² <https://www.elektroniknet.de/international/production-of-battery-system-for-porsche-taycan.165645.html>

⁷³ <https://www.electrive.com/2020/08/31/audi-lends-400-employees-to-porsche-to-ramp-up-taycan-production/>

⁷⁴ https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28913488.html?_ga=2.103398848.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634

richiedenti di questa nuova tecnologia⁷⁵. Denso, impegnata nello sviluppo della parte elettrica, ha accettato la creazione di una nuova società partecipata insieme a Toyota per lo sviluppo di semiconduttori per avere una visione completa sulla mobilità⁷⁶. Per lo sviluppo della parte elettrica la stessa Denso ha creato una società con l'OEM per lo sviluppo di conoscenza *in house* sull'elettronica di potenza, sensori e *chip* di sistema⁷⁷. Per il motore elettrico Toyota si allea con BYD, contando sulle proprie abilità e conoscenze per lo sviluppo del primo veicolo elettrico firmato Toyota in Cina⁷⁸. Il *carmaker* presenta una strategia diversa dagli altri visti fino ad ora, concentrando gli sforzi non solo sull'integrazione tra batteria assemblata e auto, ma anche nel design delle celle; proponendo, per lo sviluppo del motore e del pianale un'alleanza.

2.2.12 Tesla

Tesla Motors, considerato il capostipite dell'*electric vehicle* occidentale, propone un'alta integrazione, in linea con gli altri OEM occidentali. Essa propone una gamma interamente elettrica di veicoli, partendo da una strategia di volume di produzione basso, con costi alti, a causa della tecnologia (Stringham e al. 2015). Le celle vengono fornite da CATL⁷⁹ e LG Chem⁸⁰ per sopperire alla volatilità della domanda di auto. Lo storico partner Panasonic invece si muove sull'ampliamento della produzione di celle negli Stati Uniti⁸¹ e a migliorare la densità di potenza per permettere batterie più performanti. Il costruttore californiano ha deciso di produrre *in house* le celle ma anche di affidarsi a più fornitori per coprire la

⁷⁵ https://global.toyota/en/newsroom/corporate/31477926.html?_ga=2.235991489.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634

⁷⁶ <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28818821.html>

⁷⁷ https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30977776.html?_ga=2.131340623.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634

⁷⁸ https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28913709.html?_ga=2.128702156.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634

⁷⁹ <https://www.reuters.com/article/us-tesla-catl-battery-electric/chinas-catl-signs-battery-supply-agreement-with-tesla-idUSKBN1ZX02D>

⁸⁰ <https://www.hdmotori.it/tesla/articoli/n530542/lg-chem-produzione-celle-batterie-auto-tesla/>

⁸¹ <https://www.hdmotori.it/tesla/articoli/n526194/tesla-panasonic-gigafactory-nevada-batterie/>

domanda. Mentre i moduli e le batterie vengono prodotte da Tesla (Perkins, Murmann, 2018) le celle vengono anche acquistate da altri fornitori. Lo stesso motore ed elettronica viene disegnato e prodotto in proprio (Perkins, Murmann, 2018), (Hettich, Müller-Stewens, 2017), per potere permettere una migliore performance e per potere essere usata su più modelli. Tesla risulta sempre più integrata verticalmente per essere in grado di gestire l'evoluzione delle proprie tecnologie *core*: il pacco batterie, il modulo dell'elettronica di potenza, il motore e l'elettronica di controllo.

2.3 Supplier e new entrants: possibili nuovi competitor?

Dall'affermazione di un design dominante nel mondo delle automobili si è notato come i marchi di auto che resistono negli anni siano quelli storici. Nonostante l'esistenza di molte case recenti; quelle che hanno un alto volume di vendita, che non si tratti quindi di nicchia di mercato, sono sempre le stesse. Questo è dovuto al fatto che il costo delle strutture delle produzioni e la difficoltà di superare barriere all'ingresso e, a nostro avviso, il *customer lock-in* verso certi tipi di marchi, rende difficile l'affermazione di un nuovo OEM per la massa degli individui. Ci fa riflettere il fatto che le prime dieci case automobilistiche sorte in ordine temporale siano tutt'ora operanti e tra le più consolidate nel mercato del veicolo ICE⁸². Questo perché hanno sviluppato una grande capacità di produzione, di commercializzazione e integrazione delle parti del veicolo, senza tralasciare l'aspetto della sicurezza (Jacobides e al. 2016); (Donada, 2013); (Macduffie, 2013). A questo si è unita la loro capacità di innovare nel tempo e di proporre una vasta gamma di modelli per i consumatori. Con l'arrivo dell'EV si passa da una conoscenza basata prevalentemente su parti meccaniche ad una che mette al centro l'innovazione elettronica (Borgstedt, 2017); (Lebedeva e al. 2017). Se osserviamo le nuove auto BEV rispetto a quelle a combustione interna si possono individuare due campioni del settore: Tesla e BYD. I due hanno una storia simile, un percorso simile, ma un mercato di riferimento diverso. Tesla, considerato da molti l'unicorno del mondo *automotive* occidentale, è stata in grado di partire dall'esperienza di due ex ingegneri che avevano lavorato al prototipo elettrico GM EV1, e si erano specializzati nella propulsione elettrica con il prototipo TZero della AC Propulsion

⁸² <https://wheels.iconmagazine.it/archivio/le-dieci-case-automobilistiche-piu-antiche-presenti-nei-listini-italiani>

(Weiller e al. 2015), fondando Tesla nel 2003, sino all'uscita del loro modello che li ha proiettati verso un mercato di nicchia, la *Roadster*. I due fondatori, Martin Eberhard e Marc Tarpenning, si erano posti l'obiettivo di sviluppare un'auto sportiva che, anche se penalizzata dal costo elevato, avesse prestazioni alte (Hettich, Müller-Stewens, 2017). Non sono stati i primi a sviluppare un'auto elettrica, ma i primi a basare l'intero *business model* su di essa. Tesla non ebbe vita facile nello sviluppo della *Roadster*, tanto da perdere soldi nella produzione (Hettich, Müller-Stewens, 2017), ma riuscì ad ottenere una reputazione come produttore di auto elettriche, tanto da attirare l'attenzione di Daimler per la fornitura di 1000 batterie per Smart e Toyota per lo sviluppo di una versione elettrica della RAV4 (Hettich, Müller-Stewens, 2017). Se Tesla oggi è fortemente integrata verticalmente, producendo molte componenti *in house*, in origine non lo era. Tesla è partita da un prodotto con una produzione modulare per arrivare a controllare il design in maniera integrale. Il loro primo modello era una somma di parti sviluppati da più aziende (Chen, Perez, 2015). Nel 2004 arrivano ad una *partnership* con Lotus per un aiuto con il design, l'*engineering* e la casa britannica ha dato in licenza la tecnologia della loro *Elise*. Gli ingegneri di Tesla U.K. ne hanno adattato lo *chassis* per ospitare il pacco batterie e il motore elettrico (Weiller e al. 2015). Nonostante la *Roadster* sia stata prodotta in 2500 esemplari, non viene considerato il loro prodotto più di successo, ma lo consideriamo come un apri pista a più modelli premium. In accordo con Macduffie (2018) il salto nel mercato è stato fatto con la *Model S*, anche in termini qualitativi. L'OEM sotto la guida più accentrata dell'imprenditore sudafricano Elon Musk ha cambiato strategia, resosi conto dell'estenuante processo di integrazione delle parti e della necessità di conoscenza delle interdipendenze che caratterizzano il veicolo per avere un'auto che possa essere prodotta per il grande pubblico (Weiller e al. 2015). L'arrivo di capitali da parte di altri OEM e la possibilità di acquisire lo stabilimento *New United Motor Manufacturing* (NUMMI) a Fremont, California, da Toyota e GM (Weiller e al. 2015); (Macduffie, 2018); hanno permesso a Tesla di andare avanti con lo sviluppo della berlina elettrica. Memore dell'esperimento con la *Roadster*, il team ha cambiato strategia anche sulla conoscenza: era il momento per assumere ingegneri di altri OEM e altri settori (Liu, Meng 2017). Vennero assunti: Franz Von Holzhausen, che si era occupava del design di VW, Mazda, GM; George Blankenship, settore commerciale Apple,

SAP; Chris Porrit, ingegnere Aston Martin; Doug Field, designer di prodotto Apple; direttori di produzione di Toyota, ingegneri IT di Apple, Microsoft; responsabili comunicazione da Nissan Renault, gestiti dal direttore delle risorse umane che proveniva da Google (Hettich, Müller-Stewens, 2017). A testimoniare di come le regole di integrazione del veicolo valessero anche per Tesla e che l'auto restava un prodotto con interdipendenze da gestire. A favore di Tesla era sicuramente la posizione geografica strategia per lo sviluppo della tecnologia elettrica, la California, ma soprattutto la Silicon Valley. Non è difficile immaginare il passaggio di conoscenza tacita di cui ha usufruito Tesla e di quanto sia importante il mondo dell'IT che permetta la connettività tra veicoli e azienda (Chen, Perez, 2015); (Jang e al. 2018). Secondo Elon Musk l'azienda si occupa tanto di *software* che di *hardware* (Stringham e al, 2015), ne è un esempio lo sviluppo in proprio della possibilità di aggiornare il sistema del veicolo a distanza rendendoli in grado di effettuare aggiornamenti sulla vettura a distanza anche per problemi che riguardano la sicurezza delle persone nell'abitacolo (Hettich, Müller-Stewens, 2017); (Chen, Perez, 2015). Un altro punto a favore di Tesla è sicuramente la politica statale della California di abbassare le tasse per chi acquista auto elettriche (Hettich, Müller-Stewens, 2017). Il *carmaker* ha usufruito di incentivi governativi negli Stati Uniti per centinaia di milioni di dollari (Heittich, Müller-Stewens, 2017). Nel 2014 Tesla ha deciso di rendere *open* i loro brevetti per avere un approccio *network* con altre aziende (Stringham e al. 2015) per beneficiare di miglioramenti della propria tecnologia e agire come possibile *leader*. Anche se un effetto contrario è quello di avere sostenuto molti costi iniziali di sviluppo dei brevetti, la possibilità di avere un *network* partito dalla propria tecnologia porterebbe l'OEM ad agire come architetto di sistema non tanto sul lato prodotto puro, ma soprattutto sulle relazioni con gli altri OEM o *supplier* (Anderson e al. 2013). Ad oggi è sicuramente uno dei *leader* nel campo dell'EV; avendo un'organizzazione molto simile agli altri OEM *incumbent*, la differenza è che Tesla è arrivata ad ottenere una integrazione verticale partendo da una modularità molto maggiore (Macduffie, 2018) rispetto ai competitor ICE e a sfruttare l'integrazione di un prodotto come l'automobile e il proprio sistema di carica, Tesla Supercharger (Chen, Perez, 2015). L'azienda di Palo Alto ha dimostrato come, con l'adozione di massa dell'elettrico, all'aumentare del mercato può avere un ruolo principale

(Stringham e al. 2015). Per avere un maggiore controllo sulla propria struttura l'OEM sceglie di avere un sistema di colonnine di ricarica di proprietà, senza appoggiarsi a terzi, utilizzando i crediti ricavati dallo ZEV *Mandate* per finanziarle, considerando anche la possibilità di cambiare batteria alla vettura una volta che il cliente lo richieda (Hettich, Müller-Stewens, 2017); (Jang e al. 2018). Offrendo la possibilità di ricarica a casa il *carmaker* cerca di rendere appetibile l'acquisto anche a chi non può recarsi alle stazioni di ricarica ogni giorno. È prevista la possibilità di acquisto di un accumulatore di energia per la ricarica del veicolo, *powerwall*, alimentato da pannelli solari, da posizionare in casa che permetterebbe di avere una riserva di energia. La società con la quale Tesla sviluppa questa tecnologia è SolarCity; dove il cofondatore è cugino di Musk; che in cambio dell'uso della tecnologia ha siglato un accordo di *leasing* (Hettich, Müller-Stewens, 2017). Ci interessa avere mostrato che Tesla è quindi un'azienda integrata verticalmente e cerca di avere un modello di *business* che punta ad ottenere il controllo anche delle possibili fonti di ricavi che nel secolo scorso appartenevano ad altre aziende, come ad esempio le stazioni di ricarica proprie. *Build your dreams* (BYD) è l'alter ego di Tesla nel mercato cinese. La società nasce nel 1995, ed opera nel settore dell'elettronica, iniziando producendo batterie Nichel Cadmio sino al 2003, anno in cui acquisisce Quinchuan Automobile Company dove inizia a sperimentare ed unire la propria tecnologia in ambito delle batterie a quella delle automobili (Weiller e al. 2015); (Wang, Kimble, 2010). Quello che a oggi può essere considerato il protagonista orientale dell'EV è cresciuto in un ambiente dove la tecnologia è al centro dell'attenzione (Liu, Meng, 2017). L'OEM ha iniziato investendo nei trasporti pubblici: forniva bus e taxi elettrici (Weiller e al. 2015). Come per la controparte californiana BYD ha stipulato un accordo con Cina Southern Power Grid (CSPG) per la fornitura di infrastrutture di ricarica dedicate ai propri veicoli. La loro *joint venture* consente la ricarica dei taxi a Shenzen gratuitamente (Weiller e al. 2015). BYD propone un approccio all'innovazione con brevetti aperti all'uso da parte di altre aziende per quanto riguarda le singole parti dell'auto, mentre risulta altamente integrata verticalmente per la produzione (Weiller e al. 2015): circa il 70% delle parti viene fatto *in house* (Wang, Kimble, 2010). Il *carmaker* ha un'ottima base di conoscenza delle batterie, avendone sviluppate nel mondo della tecnologia portatile, ma ha anche appreso un'ottima conoscenza di

integrazioni delle parti del veicolo (Liu, Meng, 2017). Basa la tecnologia della batteria su un tipo di proprio sviluppo: la batteria al fosfato di ferro, che risulta sicura, affidabile e riciclabile (Masiero e al. 2016). Non dimentichiamoci che la tecnologia sulla batteria è in continuo sviluppo (Lebedeva e al. 2017). BYD ha seguito tre fasi di sviluppo: nicchia, sviluppo di una piattaforma, apertura al mercato di massa (Liu, Meng, 2017). All'inizio BYD aveva sviluppato una piattaforma aperta ai fornitori per ottenere un ecosistema che riguardi il settore dell'automobile e dell'energia. Avere una piattaforma aperta le ha permesso di catturare un insieme di tecnologie *core* e di sviluppo di alternative che riguardano le componenti, l'IT, i moduli delle batterie (Masiero e al. 2016), gestione dei motori e delle batterie (Liu, Meng, 2017). Sfruttando l'esperienza acquisita in più settori potrebbe ottenere un vantaggio (Roscoe e al. 2015), come definito da Jacobides e Macduffie (2013) "*stealth*". L'azienda è molto attenta a sfruttare le innovazioni se sono *open*, se invece sono protette da brevetto cerca di modificarle scomponendole e dividendole tra vari stabilimenti (Wang, Kimble, 2010). Se BYD si può ergere tra una serie di aziende che si occupano di settori afferenti all'elettrico non lo deve solo alla propria capacità di sfruttare l'effetto di una piattaforma aperta, ma deve considerare anche l'intervento governativo per la creazione di un network in grado di innovare in questo settore (Masiero e al. 2016); (Hensley e al. 2009). Gli incentivi statali sono stati simili a quanto fatto negli Stati Uniti negli anni '90, venivano promossi da singole municipalità o regioni al fine di aumentarne lo sviluppo economico. Questo interesse ha coinvolto le municipalità di paesi dell'Est Europa, città californiane e Londra per la fornitura di taxi (Masiero e al. 2016). Con BYD che ha come *core business* la produzione automobilistica, l'altro grande gruppo cinese, Wanxiang propone un'offerta basata sullo scambio di batterie. L'OEM propone l'affitto delle batterie e il cambio quando necessario attraverso una rete di stazioni (Weiller e al. 2015) che permettono anche la ricarica della vettura. Wanxiang, che si presenta al pubblico dopo avere acquisito l'azienda americana di batterie A123 e l'OEM Fisker (Weiller e al. 2015) è il più grande conglomerato di aziende in campo *automotive* cinese, forte dell'acquisizione di Volvo e Saab⁸³. La stessa Fisker che aveva sfidato Tesla con una vettura premium, la Karma,

⁸³ <https://www.veicolielettricinews.it/fisker-automotive-la-spuntano-i-cinesi-di-wanxiang/>

ora è pronta a tornare con un SUV⁸⁴ con l'aiuto di Wanxiang. Negli ultimi due decenni si stanno affacciando nuovi OEM nel settore, forti delle conoscenze nel loro campo e del passaggio da un *know how* meccanico ad un elettrochimico (Donada, 2013). Gli esempi riportati di Tesla, BYD e Wanxiang e in accordo con Klug (2013), ci fanno pensare a diversi scenari in cui un'azienda attiva in campo *automotive* e non solo possa diventare un OEM a tutti gli effetti. Un'azienda che vuole produrre proprie EV, forte delle proprie competenze tecniche sulla tecnologia della batteria, e specifichiamo a fini espositivi che non fornisce alcun OEM di quest'ultima, non è quindi un *supplier*, potrebbe prevedere l'acquisto di un impianto di produzione, con gli *asset*, per procedere alla produzione propria del veicolo e della batteria, cosciente della necessità di procedure e coordinazione per l'integrazione delle parti (Macduffie, 2018). Interagendo con altri OEM arriverebbe ad avere un pacchetto iniziale di componenti automobilistiche acquistati e maggiore conoscenza, sfruttando la modularità maggiore rispetto all'ICE sarebbe in grado di approcciare al mercato con una produzione di nicchia iniziale (Wang, Kimble, 2011). Non ci sembra impossibile che Tesla, sviluppando la Roadster con Lotus (Hettich, Müller-Stewens, 2019), abbia potuto apprendere più cose sulle interdipendenze del veicolo, sviluppando successivamente gli altri veicoli elettrici in proprio. Applica quindi il principio del *learning by doing* (Brusoni e al. 2001). A loro favore potrebbero esserci anche incentivi statali e politiche nazionali (Masiero e al. 2016); (Wang, Kimble, 2010). L'OEM classico che prima difendeva la propria *leadership* come integratore di sistema tramite conoscenza architettonica e barriere all'entrata legate al fattore finanziario e sicurezza (Macduffie, 2013); (Jacobides e al. 2016), non è in grado di fermare un'azienda dall'acquisizione di asset per la produzione. Questa sfruttando lo sviluppo in proprio di tecnologie legate al mondo dell'elettronica, collaborando con altri OEM, per recuperare conoscenza, acquisendo asset e assumendo personale qualificato in grado di portare conoscenze e procedure utili alla produzione e design della vettura, promuovendo il *learning by doing*, potrebbe diventare un produttore. L'esempio a cui ci rifacciamo è Tesla (Stringham e al. 2015); (Teece, 2018). Prendendo invece in considerazione un *supplier*, specializzato nella fabbricazione di celle, con la possibilità di avere accesso anche alla produzione di pacchi batterie, attirerebbe certamente

⁸⁴ <https://www.electrictornews.com/eventi/accordo-fisker-magna-fisker-ocean/>

molto potere verso di sé (Klug, 2013). Proprietario di tecnologie delle celle riguardanti la densità di potenza, che serve a determinare la potenza disponibile della vettura; la sicurezza, la durabilità della cella attraverso il controllo di catodi, anodi, elettrolita, separatori; potrebbe acquisire un OEM che già si occupava della formazione della batteria, che ricordiamo essere diverso dalla produzione celle (Huth e al. 2013), che possieda anche conoscenze di integrazione del veicolo. Passando a considerare i fornitori di batteria, anche acquisendo un produttore di celle, non avrebbero la conoscenza di integrazione della batteria con la vettura e di costruzione e commercializzazione della stessa. Se prendessimo ad esempio BYD, un *supplier* di batteria su larga scala, ha avuto successo grazie all'acquisto di un'azienda automobilistica cinese (Wang, Kimble, 2010), dove ha sfruttato la conoscenza delle regole di integrazione propria dell'OEM acquisito per potere sviluppare una vettura elettrica. Questo per capire che per quanto un *supplier*, con una certa capacità nel proprio settore di conoscenza e produzione, possa attirare un certo potere derivante dal possesso di una parte della catena del valore, per avere un veicolo proprio deve, come il produttore di celle, acquisire un OEM o collaborare con esso, non possedendo la conoscenza del *carmaker* e le sue relazioni (Hensley e al. 2009). Il fornitore di batterie, che sia integrato o meno con il produttore di celle, potrebbe sfruttare un'alleanza con un OEM (Wang, Kimble, 2011). In questo modo il *supplier* che già vede spostato verso di sé il valore, spinge l'OEM con il quale collabora a co-sviluppare un prodotto. Così facendo il proprietario della batteria cerca di apprendere e padroneggiare la conoscenza di integrazione di un prodotto complesso e per non dipendere dagli asset del *carmaker* potrebbe usare macchinari comuni (Wang, Kimble, 2010). Alleandosi con l'OEM però il *supplier* potrebbe cedere conoscenza ai *carmaker*, si crea un'esposizione al rischio. In Cina un fornitore di batterie ha diviso il processo produttivo in più siti riducendo il rischio di cattura di conoscenza da parte dell'OEM (Hensley e al. 2009). I produttori di batterie potrebbero pensare ad un nuovo modo di business per entrare nel mercato delle automobili: servizi di *leasing* della batteria o fornire stazioni di ricarica rapida (Hensley e al. 2009); (Rong e al. 2017), integrando la connettività di veicolo (Chen, Perez, 2015); (Brujil, 2017), attirando così valore. Attivando *partnership* con il mondo dell'IT e degli operatori energetici, il *supplier* della batteria potrebbe acquisire potere: considerando l'alta richiesta di stazioni di ricarica e di domanda di energia elettrica,

controllare la distribuzione di quest'ultima porterebbe il fornitore a catturare valore e nel lungo periodo potrebbe permettere l'acquisizione di un'OEM, magari in difficoltà, ed entrare nel mercato dei veicoli (Teece, 1986). Il supplier quindi, data la capacità di produrre batterie, o celle; potrebbe controllare le risorse sia dal punto di vista della fornitura ai *carmaker*, ma potrebbe anche gestire la capacità di ricarica, dove si intende la velocità di ricarica (Hensley e al. 2009), forzando i consumatori ad optare per un proprio *wall charger* o per una ricarica presso la propria stazione (Brujil, 2017). Così facendo arriverebbe nel lungo periodo a detenere potere che gli permetta di acquisire un produttore di veicoli. Il successo commerciale dell'elettrico e di conseguenza quello delle società operanti dipenderà dalla presenza di una rete di ricarica (Wang, Kimble, 2010). Un *supplier* che vuole entrare in un settore maturo come quello dell'auto come produttore, lo può fare grazie al passaggio da una conoscenza meccanica a una più elettrochimica (Donada, 2013), sfruttando quindi i cambiamenti all'interno della catena del valore; al controllo di eventuali asset specifici di produzione delle batterie e conoscenza sull'evoluzione della tecnologia ad essa correlata; all'intervento governativo (Masiero e al. 2016); (Wang, Kimble, 2010). Esso deve avere anche una buona capacità di innovare, una conoscenza specifica delle componenti e dell'architettura per gestire le interdipendenze ed essere in grado di rispondere a standard sulla sicurezza (Wang, Kimble, 2010); (Aggeri e al. 2009); (Chen, Perez, 2015); (Jacobides e al. 2016); (Zirpoli, Becker, 2011); (Macduffie, 2013). Crediamo che se il *supplier* sarà in grado di rispettare questi accorgimenti potrà nel lungo periodo essere considerato un nuovo OEM.

2.4 La resilienza dell'OEM nell'EV

Le aziende automobilistiche classiche sono coscienti di dovere sviluppare e produrre veicoli che inquinino meno (Fujimoto, 2017). Con l'aumento delle normative in ambito di emissioni l'OEM si sposta potenzialmente verso l'ibrido, crediamo come soluzione temporanea al fine di prepararsi all'adozione dell'EV di massa e di nuovi sistemi di mobilità. Il *carmaker*, che prima fondava la propria offerta sulla vendita di mezzi con motori a combustione interna, deve rivedere la propria conoscenza in ambiti che vanno oltre l'interazione tra le parti meccaniche, che restano importanti per alcuni sistemi e per la produzione (Alochet, Miller,

2019); (Macduffie, Fujimoto, 2010) e che riguardino lo sviluppo elettronico (Donada, 2013), dell'ecosistema (Donada, Attias, 2015) e nel lungo periodo della *mobility as a service*, che punta a scindere il possesso del veicolo dal suo uso⁸⁵. Il produttore automobilistico ha dalla sua parte una serie di vantaggi, ma deve dimostrare di essere resiliente recuperando conoscenza adeguata al cambiamento tecnologico per coordinare le varie parti ed essere il portatore di innovazioni.

2.4.1 I vantaggi del carmaker

Con la trasformazione della flotta dei veicoli da ICE ad EV si hanno dei cambiamenti innovativi: la presenza del motore elettrico che si collega alla batteria tramite l'elettronica sempre più avanzata. Il fatto che un veicolo possa essere sviluppato in maniera modulare non è del tutto errato (Zirpoli, Camuffo, 2009), dato che alcune sub componenti e le nuove parti presentano un'alta modularità ma il veicolo resta un prodotto integrale (Macduffie, Fujimoto, 2010): le interdipendenze tra le parti continuano ad esistere e i *trade off* ci sono anche per i subsistemi innovativi. Un'auto, anche se elettrica, non presenta la piena possibilità di sviluppare in maniera indipendente tutte le componenti. L'ottimizzazione della performance richiede, per alcune parti, un'architettura integrale (Ulrich, 1995). In sostanza se il movimento veniva prima permesso da un motore a combustione ed ora troviamo batteria e *powertrain*, il *mix and match* ha subito un aumento di possibilità (Macduffie, 2013) ma il veicolo, sul lato del design e della gestione della performance resta, anche se in maniera minore, integrale (Macduffie, Fujimoto 2010); (Macduffie, 2013). Il primo vantaggio dell'OEM è legato proprio a questo: avere le capacità per agire da integratore in un prodotto che resta integrale. Come notato nel primo capitolo, uno dei ruoli del *carmaker* è sempre stato quello di integratore di sistema (Jacobides e al. 2016); (Takeishi, 2001); (Macduffie, Fujimoto 2010). Gestendo le interazioni tra le diverse componenti e subsistemi l'OEM assume il ruolo di integratore, che va al di là di assemblatore di parti nelle catene di montaggio, ma include lo sviluppo di nuovi prodotti, grazie anche allo sviluppo di conoscenza propria sulle componenti, che soddisfa standard qualitativi e di sicurezza e richiede la gestione delle interdipendenze. Una caratteristica

⁸⁵ <https://www.e-vai.com/mobility-as-a-service-che-cose-e-come-funziona/>

legata alla sopravvivenza dell'*incumbent* è il suo grado di insostituibilità come integratore di sistema (Jacobides, Macduffie, 2013). Se consideriamo la possibile capacità di un'azienda entrante di diventare un'OEM stabile, senza uno sviluppo di conoscenza propria e capacità di integrare le nuove parti nel veicolo non avrebbe successo: il ruolo di mettere insieme delle parti e considerarne la performance intrinseca permane oltre il cambiamento di propulsione, data la natura complessa e integrale del veicolo (Jacobides, Macduffie, 2013). L'OEM può riutilizzare parte dei macchinari e la conoscenza propria di integrazione per svolgere il proprio ruolo (Alochet, Midler, 2019): l'uso di asset già acquisiti fa sì che il loro riutilizzo permetta un vantaggio al produttore di veicoli non indifferente. Basti pensare alla possibilità di uso dei macchinari già collaudati, insieme al proprio *know how*, per lo sviluppo di parti dei veicoli ICE e per approfondire la conoscenza dell'integrazione della batteria: l'OEM può trasferire quella parte di conoscenza, che rimane inalterata, nello sviluppo di auto elettriche, inizialmente con design derivato da veicoli a combustione interna dove si sostituiscono alcune parti meccaniche con quelle elettriche (Klug, 2013), senza rinunciare all'uso di linee di produzione già presenti (Alochet, Midler, 2019). Seguendo Macduffie e Fujimoto (2010) e Macduffie (2013) un ulteriore vantaggio lo troviamo nel ruolo dell'OEM di garante della qualità e della sicurezza. Per quanto un fornitore possa sviluppare una nuova tecnologia da integrare nell'auto, il garante del funzionamento resta sempre il *carmaker*: quando si esegue un tagliando o sostituzioni di parti del veicolo il cliente non lo porta dal *supplier*, che probabilmente non conosce neanche, ma contatta l'OEM tramite il *dealer* o un'officina. Così facendo il produttore di veicoli si ritrova nel ruolo di guardiano della qualità. Lo stesso concetto vale per la sicurezza (Macduffie, 2013): l'azienda produttrice del veicolo ne deve garantire la sicurezza per l'utilizzatore. Il *carmaker* oltre ad effettuare numerose prove per la qualità del veicolo, sulle emissioni per il veicolo ICE a seconda del paese dove verrà venduto; dove la California è lo Stato più restrittivo⁸⁶; è tenuto a compiere test per la sicurezza degli occupanti dell'abitacolo e per gli impatti, i cosiddetti *crash test*⁸⁷. Dato che l'auto è un prodotto complesso che si muove ad una determinata velocità in uno spazio pubblico risulta in grado

⁸⁶ <https://oag.ca.gov/environment/clean-air>

⁸⁷ https://www.quattroruote.it/news/sicurezza/2020/05/20/euroncap_nuove_procedure_test_2020.html

di produrre pericolo come un unico sistema integrato, non come insieme di parti (Jacobides, Macduffie, 2013). Di conseguenza il responsabile della sicurezza, facendo il controllo finale, lo si trova nella figura del produttore. Quest'ultimo si trova quindi ad affrontare il tema della responsabilità in caso di malfunzionamento della vettura, sia in ambito di qualità di performance, sia nel caso di malfunzionamento che ne compromette la sicurezza. Essere in questo caso controllore porta ad un vantaggio: la possibilità di dettare specifiche ai fornitori nel caso di NPD per la sicurezza, indicata a sua volta dalle autorità competenti (Jacobides, Macduffie, 2013); (Macduffie, Fujimoto 2010). Il *carmaker* ha la possibilità di interfacciarsi con due categorie molto importanti che, come visto in precedenza hanno segnato l'evoluzione del settore: i clienti e gli enti regolatori/governi. Questi ultimi sono molto importanti sulle considerazioni che l'OEM compie in fase di sviluppo prodotto e torna il tema della responsabilità di garante della qualità sulle emissioni (Jacobides, Macduffie, 2013). Sicuramente il produttore di veicoli ha degli standard da rispettare dettati da questi *regulators*, ma detiene il vantaggio di una relazione diretta con essi, cosa che il fornitore non ha e anche se avesse si troverebbe costretto a rispettare le regole dettate dall'OEM per le parti da fornire in relazione agli standard di sicurezza e ambientali fissati (Macduffie, Fujimoto 2010). Questo non implica necessariamente che non ci sia la possibilità di avere nuovi OEM, ma troviamo sia un vantaggio per l'*incumbent*. Lo stesso governo ha interesse ad aiutare gli OEM per il rafforzamento dell'azienda e lo sviluppo di nuove tecnologie, al fine di produrre più occupazione nazionale (Hensley e al. 2009); (Stringham e al, 2015). Non dimentichiamoci che lo Stato cinese nei piani quinquennali aveva previsto molti aiuti alle aziende automobilistiche per lo sviluppo di nuove tecnologie legate all'elettrico (Weiller e al. 2015). Dall'altro lato troviamo la relazione con i clienti: il *know-how* dell'OEM nel gestire il cliente è una caratteristica che non si trova nei fornitori. Il *carmaker* controlla il contatto con il pubblico tramite le proprie offerte e una rete di concessionari, che possono essere di proprietà o meno, consentendo di interagire con il consumatore. Con l'introduzione del veicolo elettrico il pensiero del consumatore sul mezzo di proprietà non cambia, dato che le sue esigenze non cambiano (Wells, Nieuwenhuis, 2012), almeno nel breve periodo. L'OEM può sfruttare quindi una capacità nella gestione dei clienti già collaudata nel passato con i veicoli ICE, seguendone i gusti (Jacobides, Macduffie, 2013);

(Verstrepen e al. 1999). Questa stessa capacità la ritrova nello sviluppo di veicoli EV, dove viene sfruttato il design di veicoli ICE, già assorbito dal pubblico, per ricavarne dei veicoli a batteria e renderli piacevoli esteticamente al cliente, senza stravolgerne le linee. L'uso del design di conversione che trasforma l'auto da ICE ad EV con pochissimi aggiustamenti a livello di estetica (Klug, 2013) viene usato, non solo per motivi di gestione degli asset già presenti, come descritto sopra, ma pensiamo anche per accettazione presso il cliente. In questo senso troviamo diversi OEM, esposti nei paragrafi precedenti, che possono sfruttare anche denominazioni famose di veicoli ICE per introdurre l'EV (Jacobides, Macduffie, 2013): Ford con Mustang, BMW con Motorsport e Audi con RS⁸⁸, Porsche con la denominazione turbo S⁸⁹ con la *Taycan*. Seguire le esigenze del cliente finale, capirne i gusti e progettare una proposta appropriata grazie alla possibilità di interagire con loro è il terzo vantaggio del *carmaker* nell'imporsi come tale, rendendolo resiliente. Per concludere l'OEM gode del riconoscimento di garante della qualità del prodotto, dell'adesione alle norme di sicurezza, di integratore di sistema, di conoscitore del consumatore finale. Un'ipotesi di resilienza fondata su queste capacità non è da escludere per l'*incumbent*, se accompagnata da un recupero di conoscenza *in house* (Zirpoli, Becker 2011) e dalla capacità di innovare (Macduffie, 2013); (Takeishi, 2001).

2.4.2 La conoscenza dell'OEM

Il produttore di veicoli senza una conoscenza adeguata delle diverse parti dell'auto non avrà possibilità di agire adeguatamente come integratore (Zirpoli, Becker, 2011). Questo è dato dal fatto che l'auto resta un prodotto integrale, dove il gestore dell'integrazione è anche il garante della performance (Macduffie, 2013); (Jacobides e al. 2016); (Zirpoli, Camuffo, 2009). Rispetto ad un veicolo ICE, in un'auto elettrica il concetto è lo stesso, anche se alcune parti cambiano (Cabigiosu, 2013): batteria e *powertrain* (Huth e al. 2015). Il problema deriva dal fatto che mentre prima le componenti e i subsistemi *core* venivano disegnati in house dall'OEM, con il veicolo elettrico il valore apportato cambia a favore di *supplier* specializzati, penalizzando il produttore automobilistico. L'OEM potrebbe portare

⁸⁸ <https://www.audi.it/it/web/it/modelli/e-tron-gt/audi-rs-e-tron-gt/motori.html>

⁸⁹ <https://www.porsche.com/italy/models/taycan/taycan-models/taycan-turbo-s/>

un valore nullo nell'EV rispetto alla variante ICE, dato che se prima aveva conoscenza propria delle parti ad alto valore del veicolo, quelle parti nell'EV vengono rimpiazzati da componenti elettronici (Donada, 2013); (Cabigiosu, 2013) e le altre parti, a basso valore aggiunto, sono date in outsourcing (Macduffie, 2013); (Seyoum, 2020). Per mitigare il rischio di perdita di conoscenza architettonica l'OEM teneva lo sviluppo sotto controllo tramite la propria conoscenza (Takeishi, 2001) ed esternalizzava il design delle sole componenti modulari che non avevano un impatto diretto sulle performance chiave e presentavano un basso livello di interdipendenze (Jacobides e al. 2016); (Zirpoli, Becker, 2011) e la produzione tramite la dettatura del proprio design al supplier (Takeishi, 2001); (Sako, 2003). In accordo con Donada (2013); Cabigiosu (2013); Proff e al. (2015) la conoscenza che rimane *in house* non è specializzata su tutte le componenti rilevanti nell'architettura dell'EV. Il problema è che molti produttori automobilistici non possiedono conoscenza delle nuove parti introdotte (Donada, 2013), che porterebbe a problemi di conoscenza architettonica in corso di sviluppo del veicolo EV (Takeishi, 2001); (Jacobides e al. 2016). Si potrebbe pensare ad un passaggio di potere dall'OEM al produttore di batterie (Donada, 2013). Come prevedibile nel passaggio ad una possibile adozione di massa dell'EV, l'OEM necessita di conoscenza elettrochimica (Donada, 2013) per governare le relazioni interdipendenti tra le nuove parti inserite (Huth e al. 2015). Il produttore deve quindi recuperare conoscenza in tale ambito per permettere di avere una buona performance con un prodotto complesso (Ülkü, Schimdt, 2011), favorendo la sua insostituibilità nel sistema (Macduffie, Fujimoto, 2010); (Jacobides, Macduffie, 2013). Come già accennato nel paragrafo precedente il ruolo dell'OEM è in parte salvaguardato dalla possibilità di sfruttare i mezzi di produzione relativi al veicolo con motore a combustione interna (Alochet, Midler, 2019), cosa che tutti gli OEM classici analizzati fanno. Di fatto l'innovazione elettrica porterà nel lungo periodo alla scomparsa del veicolo ICE, ma per potere essere prodotto su larga scala, deve essere integrato nelle produzioni: il *carmaker* è in grado di sfruttare le linee di produzione senza doverle dismettere (Alochet, Midler, 2019). Potrà modificare lo stesso veicolo ICE per renderlo EV, come già visto per vari modelli (Klug, 2013). Avendo quindi capito che il produttore dei veicoli ha una capacità di produzione e conoscenza delle tecniche di integrazione riguardanti il veicolo ICE, l'OEM parte da una conversione di veicoli

già esistenti, che possono fungere da base per lo sviluppo del design elettrico (Alochet, Adler, 2019). È necessario che l'OEM domini la conoscenza del design: una questione è sapere come produrre un veicolo, un'altra è capire come interagiscono le parti a livello di progettazione, per permettere un'ottima performance (Takeishi, 2001). Per ottimizzare la conoscenza riguardante il veicolo elettrico abbiamo visto che tutti i grandi produttori tendono a procedere *in house* con lo sviluppo di powertrain e pacco batteria. La capacità di integratore che il *carmaker* usa per il veicolo ICE può essere usata come base nell'integrazione della batteria all'interno del veicolo (Donada, 2018). La capacità di integratore permette il riutilizzo delle conoscenze pregresse su parti che non hanno subito un cambiamento radicale, come ad esempio il sistema di raffreddamento (Cabigiosu, 2013), dove l'OEM ha molto *know how*. Questo viene confermato nel piano strategico "S" di Kia per l'ingresso nel mercato EV⁹⁰. Se alla fine del secolo scorso la modularità ha sottolineato la necessità di conoscenza delle interdipendenze che ha portato allo sviluppo *in house* di alcune parti e a detenere conoscenza propria (Macduffie, 2013); (Jacobides e al. 2016); (Zirpoli, Becker, 2011); crediamo che l'elettrico, con la sua superiore modularità rispetto all'ICE (Donada, 2013), ponga l'OEM nella stessa situazione riguardo all'integrazione del design delle vetture EV. L'OEM è cosciente di dovere conoscere dall'integrazione dei subsistemi al singolo componente, e mentre si focalizza sull'integrazione vettura-batteria, cerca di stringere relazioni con diversi battery maker: Daimler e Toyota per la fornitura di batterie complete da Tesla (Stringham e al. 2015); (Moritz e al, 2015). È la capacità di detenere conoscenza propria l'arma che consente di restare integratori nel sistema e dettare le regole ai *supplier*: la vera sfida sta nel "know more than they do" (Brusoni, Prencipe, 2001, pag. 202). L'OEM deve recuperare conoscenza che va oltre al suo ruolo e del singolo subsistema e alla produzione (Takeishi, 2001); (Brusoni, Prencipe, 2001). Facendo leva sull'acquisizione di personale qualificato, strettamente legato al settore elettrochimico e informatico, l'OEM si trova nella condizione di potere recuperare la conoscenza elettrochimica allargando il proprio confine di conoscenza inglobando nuove competenze (Gurcaylilar-Yenidogan, 2014), (Donada, 2013). Se la capacità di sperimentare permette all'azienda di recuperare conoscenza (Baldwin, Clark, 1997); (Zirpoli, 2008), essendo

⁹⁰ https://press.kia.com/eu/en/home/media-resouces/press-releases/2020/Plan_S.html

riconosciuti come OEM garante della qualità e sicurezza (Jacobides, Macduffie 2013); (Macduffie, Fujimoto 2010); si ha la possibilità di coinvolgere diverse aziende, sperimentando le alternative tecniche confrontandosi con i diversi supplier coinvolti, cercando di apprendere lo sviluppo elettrico, non solo a livello fisico, ma anche di *software*, che risulta sempre più fondamentale (Donada, 2013). Grazie alle possibilità di attuare relazioni tra diverse aziende, l'acquisizione di nuove capacità e conoscenze può arrivare anche dal *prototyping*, grazie anche alle nuove tecnologie informatiche che ne permettono un uso a costo ridotto per l'OEM (Aggeri e al. 2009). Viene promosso il progetto in un ambito limitato dove più aziende collaborano con degli obiettivi nella "*temporary exchange area*" (Lenfle, Söderlund, 2019) che porta allo scambio di informazioni di settori diversi: in questo caso l'OEM può interagire con aziende chimiche o produttori di nuove parti. La prototipazione è espressa in risultati tramite modelli di argilla o modelli dimostrativi: l'esempio è Volvo che con Aisin, Bosch e Varta ha pensato al progetto Desirée per lo sviluppo del veicolo elettrico, separandolo dal normale sviluppo di altri modelli (Aggeri e al. 2009). Da ricordare che lo sviluppo da parte dell'OEM dell'EV non può arrivare solo dalla prototipazione, che per sua definizione non vede una produzione di massa, ma anzi deve essere necessario un passaggio da una conoscenza meccanica ad una elettronica per un vantaggio nel lungo periodo (Donada, 2013); che venga inglobata all'interno dell'azienda e consenta nuove procedure e nuovi metodi di organizzazione (Brusoni, Prencipe, 2001). Un altro meccanismo interessante descritto da Aggeri e al. (2009) è la *partnership* esplorativa dove l'accordo tra OEM e fornitore non vede come fine ultimo lo sviluppo di un subsistema definito, ma una ricerca che mette al centro il tentativo di imparare il più possibile, attraverso collaborazione e il *learning by doing*. In ultima analisi è certamente questo aspetto che permette una costruzione di conoscenze solide e salvaguarda l'OEM. Una buona performance è raggiungibile attraverso il controllo delle parti e queste devono essere integrate all'interno del prodotto complesso, l'OEM attuando progetti di sviluppo e provando con le proprie risorse, tecniche e umane (Zirpoli, 2008), riesce a recuperare conoscenza. Il *carmaker* può optare per lo sviluppo di un modello *template*, può arrivare a soluzioni tecniche disegnando *in house* tutte le componenti chiave (Zirpoli, 2008), nonché sfruttare il modello per avere una serie di prodotti derivati che vedano nel modello stesso il

capostipite (Zirpoli, 2008); strategia non errata grazie anche alla maggiore modularità dell'EV che potrebbe abbassare i costi e promuovere l'uso di ancora più parti standardizzate. Con lo sviluppo di piattaforme di utilizzo comune tra più OEM (Anderson e al. 2013); (Moritz e al. 2015) potrebbe recuperare conoscenza e promuovere innovazioni tecnologiche che grazie allo sfruttamento della propria base lo porrebbe in una situazione di apprendere maggiormente le innovazioni tecnologiche. Sia i *new entrants* affermati che i produttori classici si pongono come attori in grado di gestire sia le tecnologie sviluppate *in house* sia le tecnologie che derivano da esterni per garantire una buona performance (Macduffie, 2018): testando diverse soluzioni sul telaio Tesla per il *roadster*, BMW per la i3, internamente e attraverso *partnership*, sono riuscite a gestire un buon *trade off* tra propulsione elettrica e struttura del veicolo (Sovacool e al. 2019); (Stringham e al. 2015). Il recupero della conoscenza, non solo nelle competenze *core*, ma in tutto quello che comprende lo sviluppo del veicolo è al centro della gestione prodotto, che sia ICE o EV. Questo per indicare che è l'*expertise* sviluppato internamente, anche in collaborazione con altri attori intersettoriali (Brusoni, Prencipe, 2001) non attinenti allo stretto sviluppo del veicolo, che porta l'OEM a detenere valore nel tempo. Questa *expertise* arriva, oltre acquisendo e coordinando talenti nei campi interessati (Macduffie, 2018) sfruttandone le capacità, sperimentando all'interno della complessità del veicolo: facendo e rifacendo. Con quest'ultimo meccanismo si rafforza il livello di apprendimento delle nuove tecnologie (Brusoni e al. 2001); (Zirpoli, 2008); (Zirpoli, Becker, 2011). Solo con un grande sforzo il *carmaker* riuscirà a detenere molta più conoscenza sull'EV: integrando a quella meccanica, che già detiene, quella di gestione elettrica, che deve gestire (Donada, 2013); (Donada, 2018) per consentire la riuscita del veicolo. Ne risulta quindi una corsa allo sviluppo di conoscenze interne per restare competitivi.

2.4.3 Intervento a monte per le celle: una possibile strategia di attacco dell'OEM

Se consideriamo che la parte che apporta più valore nella vettura elettrica è la batteria (Lebedeva e al. 2017), è prevedibile come lo spostamento di potere sia a favore dei produttori di batterie, ma come ci ricorda Huth e al. (2013) la batteria è un sistema

complesso formato da più parti. In maniera sintetica: la base della batteria sono le celle che messe insieme ci danno moduli, sommandoli otteniamo la batteria (Huth e al. 2013). Come da noi trovato l'OEM si muove principalmente a valle del processo di formazione e si occupa di interazione tra pacco batteria e il resto del veicolo. Senza tralasciare che alcuni *carmaker* sono molto attivi nella ricerca di tecnologie riguardanti le celle, la maggior parte si affida a *supplier* esterni per motivi riguardanti la dimensione del mercato e dell'incertezza della tecnologia presente. Pensiamo che il produttore di veicoli per avere più controllo sul fornitore di celle e meglio governare una possibile entrata nel settore elettrochimico possa pensare direttamente al controllo delle materie prime. Le celle vengono prodotte a partire da materie prime che devono essere estratte e lavorate (Jetin, 2020); (Jones e al. 2020). Si tratta quindi di estrazione di materiali che si trovano in diversi paesi, dal Cile alla Repubblica Democratica del Congo (RDC), ma anche in USA, Australia, Indonesia, Cina, Russia, Filippine, Sud Africa e Canada. Nella formazione delle celle contribuiscono nickel, silicio, cobalto, manganese, grafite, litio (Jetin, 2020); (Lebedeva e al. 2017). Se consideriamo che la richiesta di litio è enorme le tre grandi società che troviamo sono: Albermarle (USA), Sociedad Quimica y Miniera de Chile (Cile) e FMC (USA). A queste si aggiungono due società cinesi che collaborano tra loro nell'estrazione e lavorazione del litio (Jetin, 2020). Il paese che presenta la più alta percentuale estratta è l'Australia, dove si trova la più grande miniera di litio, *Greenbushes*⁹¹, di proprietà della *Thalison Lithium*, controllata in maggioranza da Tianqui Lithium (Cina) e Albermarle (Jetin, 2020). Il nickel è caratterizzato da un alto costo di lavorazione e viene per lo più da zone meno concentrate (Jetin, 2020). Mentre un altro componente maggiormente usato è il cobalto, che si concentra in Congo e Cile: viene lavorato maggiormente in Cina e la società più produttiva è la anglo-svizzera Glencore (Jetin, 2020). L'OEM potrebbe agire direttamente con queste aziende per controllare il materiale e recuperare conoscenza a monte. Alcuni *carmaker* agiscono in questa direzione: si assicurano la fornitura di litio e cobalto per rispondere all'adozione di massa dell'elettrico (Sovacool e al. 2019). Per assicurarsi una porzione del valore generato i *carmaker* acquistano azioni e proprietà per l'estrazione e lavorazione dei materiali: Toyota in *joint venture* con Orocobre Limited, società che si occupa

⁹¹ <https://www.nsenerybusiness.com/projects/greenbushes-lithium-mine/>

principalmente di lavorazione del litio, ha costruito una fabbrica per la realizzazione delle celle (Jetin, 2020) e possiede una partecipazione in Sumitomo (Inagaki e al. 2018), che lavora materiale destinato al *model 3* di Tesla⁹². Anche Tesla presenta una strategia di gestione diversificata: acquista materiale da Sumitomo, Gangfeng Lithium e dalla canadese Bacanora. Con quest'ultima sta aprendo una miniera d'estrazione del litio in Messico (Jetin, 2020). Mentre si muove nella fornitura del nickel attraverso il controllo di una cava nel territorio francese della Nuova Caledonia, chiamata Goro⁹³, affiancata dalla brasiliana Vale, il quale ha preso il controllo dopo la concessione offerta dallo Stato francese. Gangfeng Lithium collabora con Volkswagen per la fornitura di litio⁹⁴. Notando che molti produttori di veicoli interagiscono con le aziende che stanno a monte del processo produttivo proponiamo una strategia che possa prevedere l'acquisto di una società di estrazione e lavorazione delle materie prime. Mentre crediamo che una possibile fusione con un'azienda che si occupi di estrazione/lavorazione, come anche l'avvio di *partnership*, per la realizzazione di celle con differenti materiali (Klug, 2013); (Wesseling e al. 2015) potrebbe portare a nuove tecnologie, introdotte dall'OEM stesso⁹⁵, che controllando già le ultime fasi di assemblaggio ne trarrebbe vantaggio (Teece, 1986). Queste strategie possono essere favorite anche dalle autorità, come nel caso della Cina che cerca di sviluppare una catena comprensiva di tutte le fasi di lavorazione nel territorio cinese o attraverso controlli azionari di società di estrazione estere in Africa e Sud America (Jetin, 2020). Grazie a queste strategie molte aziende cinesi possono fornire *carmaker* europei e porsi in vantaggio rispetto ai corrispettivi esteri. L'Europa punta ad attrarre 25 *gigafactory*, coinvolgendo OEM e supplier perché detengano parte della conoscenza sulle celle, partendo dalla Francia dove Total, Opel e Siemens hanno costruito un impianto di produzione celle (Jetin, 2020). Li stessi consorzi, promossi dall'Europa, si trovano in Germania, con TerraE, formato da BMW, BMZ, BASF, Varta che porterà alla produzione di celle nei territori europei (Jetin, 2020).

⁹² <https://asia.nikkei.com/Business/Sumitomo-Chemical-to-make-more-battery-materials-for-Tesla>

⁹³ <https://pulse2.com/tesla-tsla-signs-partnership-in-nickel-mine-deal/>

⁹⁴ <https://www.volkswagengroup.it/ita/media/comunicati-stampa/il-gruppo-volkswagen-si-assicura-la-fornitura-di-litio>

⁹⁵ <https://amp24-ilsole24ore-com.cdn.ampproject.org/c/s/amp24.ilsole24ore.com/pagina/AD08Ka7>

Sarebbe più corretto definire il vantaggio dell'OEM derivante da un'integrazione a monte frutto di un'azione di più attori: governo, OEM e fornitori (Jetin, 2020). Chi ne trae vantaggio è il *carmaker*, che controllando il design del pacco batterie e con un possibile controllo sulle materie prime resta protagonista, integrando verticalmente e riuscendo a proporre nuove tecnologie (Jacobides, Macduffie, 2013), (Macduffie, Fujimoto, 2010). Così facendo arriverebbe ad un maggiore controllo dei *supplier* e ad un aumento di conoscenza propria delle celle che faciliterebbe lo sviluppo della vettura.

2.5 L'ecosistema: EV e nuove sfide

Il passaggio da una mobilità con carburante fossile ad una ad alimentazione elettrica non comporta solo cambiamenti a livello di fornitori e subsistemi usati, ma è possibile prevedere un nuovo uso del veicolo, inteso come mezzo di spostamento, che comporta una revisione dei business model e dell'ecosistema, al fine di preservare valore per il produttore automobilistico. La nostra analisi è diretta a capire il possibile ruolo dell'OEM nell'ecosistema alla luce dell'adozione di massa dell'elettrico e i probabili cambiamenti strategici condizionati dagli attori presenti. Quest'ultimi sono fondamentali dato che, mentre alcuni regolano il settore attraverso normative, altri potrebbero aumentare la propria importanza e sorpassare il *carmaker* grazie a business model differenti che sfruttando una nuova tecnologia (Christensen, 2011). Riprendendo Moore (1996) un ecosistema prevede una serie di *stakeholders* che interagiscono tra loro e vanno a formare una comunità economica in maniera organizzata o accidentale, i cui potenziali leader possono, attraverso business model differenti (Donada, 2018), attrarre valore. Un ecosistema è un insieme di attori, che possiedono beni complementari e che non sono controllati in maniera gerarchica (Jacobides e al. 2018). L'OECD (*Organisation for economic Cooperation and Development*) lo definisce come un insieme di *player*, insieme di mercato, istituzioni e processi che influenzano un'ambiente (Biahmov e al. 2019). La sfida dell'OEM è porsi in condizione di integratore di possibili nuove modalità e attività di business o coordinatore degli attori (Donada, 2018): il produttore di veicoli allarga la propria visione oltre allo sviluppo di auto ad una che inglobi la possibilità di gestire di servizi collegati alla mobilità (Rong e al. 2017); (Aggeri e al. 2009), che controlli l'offerta (Jacobides e al. 2016), i

rischi legati alle risorse e sviluppo di beni complementari (Adner, 2006), (Jetin, 2020); (Hannah e al. 2016).

2.5.1 Mobilità elettrica: vecchi attori e ingresso dei nuovi

Con l'arrivo del veicolo elettrico è prevedibile un uso estensivo di servizi, che già esistono, affiancati da un arrivo di nuovi attori che ne propongono altri. I servizi portano con sé differenti design del veicolo, associati a specifici business model. Un esempio è pensare al ruolo del veicolo combinato alla possibilità di uso privato in alternanza con la condivisione: la possibilità di usarlo privatamente specifica un certo tipo di design; prestarlo a terze parti, siano esse aziende o privati, quando non lo si usa richiede un altro tipo di configurazione. Pensiamo alla ricarica del veicolo e all'usura della batteria nell'uso in *car sharing*: il *carmaker* deve prevedere un design che comprenda la possibilità di cambiare la batteria, in modo da usare l'auto per più tempo possibile, ma può pensare anche alla possibilità di avere una batteria che permetta spostamenti più lunghi, dato l'uso maggiore. È necessaria la presenza di maggiori punti di ricarica e colonnine che permettano una ricarica e l'uso di *software* per gestire la tecnologia. Si passa da un'innovazione del singolo prodotto a un'innovazione di sistema, dove c'è necessità di coordinazione tra produttore e fornitori, non solo inerenti alle parti del veicolo. Questo, pensando all'ecosistema, oltre al possibile ripensamento del design di parti del veicolo, ci fa riflettere sull'importanza di altri attori. In un ecosistema delineato, fino a pochi anni fa, le aziende *tech* rinforzano la loro posizione. Esse sono sempre più legate all'*automotive* e agiscono insieme al *service provider* per sfruttare al massimo la vettura. Se consideriamo che la diffusione della vettura elettrica, sarà proporzionale all'aumento delle colonnine di ricarica e all'abbassamento del costo della batteria, il ruolo dei fornitori di elettricità⁹⁶ è importante (Jang e al. 2018), ma risulta fondamentale anche quello degli sviluppatori *software*. È necessario integrare tecnologia all'interno del veicolo e che lo sviluppo dei *software* avanzi alla stessa velocità della tecnologia delle vetture elettriche (Hannah e al. 2016), legata essenzialmente alla potenza e durabilità delle batterie (Galateanu e al. 2016). Se consideriamo l'esempio dello sviluppo

⁹⁶ <https://www.ilsole24ore.com/art/il-ceo-toyota-l-auto-elettrica-business-immaturo-costi-energetici-e-sociali-insostenibili-AD6XQ38>

degli pneumatici *run flat* è interessante capire come la diffusione della tecnologia, innovativa per il tempo, non ha visto all'inizio un'alta adozione, in ambito civile, a causa del limitato sviluppo *software* della vettura, che controlla il sistema pneumatici, mentre l'adozione da parte della *U.S. Army* è stata un successo, date le richieste e lo sviluppo avanzato del veicolo militare (Adner, 2006), (Galateanu e al. 2016). Questo, oltre a darci conferma del fatto che l'OEM deve conoscere più di quello che fa (Brusoni e al. 2001); dà valore alla gestione delle interdipendenze tecnologiche del veicolo, che coinvolgono sempre di più la connettività. Quest'ultima permette una migliore gestione delle ricariche e la comunicazione con i gestori delle *smart grid*, inteso come sistema elettrico che incorpora informazioni, comunicazioni e altre tecnologie (Morgan, 2012). Nello spostamento da una mobilità individuale ad una basata sui servizi, inteso come possedere meno, ma avere di più; la necessaria potenza di calcolo e la necessità di sapere dove ricaricare vede quindi un aumento dell'importanza delle società *tech*. Se l'arrivo delle aziende sviluppatrici di *software* per Macduffie (2013) è mitigato dalla necessità del *learning* nella costruzione automobilistica, a nostro parere non è necessario l'intervento nella produzione per attrarre valore. Allo sviluppatore *software* basta agire da coordinatore (Donada, 2018), dove l'OEM diventerebbe un fornitore di *utilities* e lo sviluppo della connettività potrebbe essere un collo di bottiglia. Guadagnando valore da un ecosistema di servizi, non di veicoli. Se da un lato l'azienda *tech* gestisce la connettività dell'auto e introduce nuove tecnologie⁹⁷, dall'altra è necessaria una diffusione di punti di ricarica. A contribuire a questo potrebbero essere aziende edilizie, che possono trarre vantaggio dalla costruzione di spazi abitativi adeguati alla ricarica, come anche le stazioni di ricarica, o punti pubblici integrando di *default* la possibilità di ricarica e l'altra grande figura è il fornitore di energia⁹⁸, che offre energia non solo nel punto ricarica ma anche nelle case degli acquirenti. Da notare come fornitore di energia e proprietario di colonnine di ricarica possono differire, la prima produce energia e la fornisce ai secondi⁹⁹. Di conseguenza crediamo che nonostante il proprietario della rete

⁹⁷ <https://www.altalex.com/documents/news/2019/11/06/alexa-in-audi-connect-un-maggiordomo-virtuale-alla-guida>

⁹⁸ <https://www.enelxstore.com/it/it/prodotti/mobilita-elettrica>

⁹⁹ <https://bepower.com/>

di ricarica sia un attore emergente, è sostanzialmente legato al fornitore di elettricità. La diffusione può essere promossa quindi dalla collaborazione tra aziende edilizie, che dispone infrastrutture adeguate, proprietari delle colonnine di ricarica e aziende fornitrici di energia. Un altro attore importante è la società che propone servizi di *vehicle sharing*. Crediamo che i servizi di *vehicle sharing*, seppur importanti, saranno gestiti in larga parte dall'OEM, insieme a società specializzate nel lungo periodo, essendo in grado di sfruttare asset esistenti (Macduffie, Fujimoto, 2010), e un dialogo con il cliente efficace (Jacobides, Macduffie, 2013). Questo nostro pensiero è appoggiato dal fatto che gli stessi OEM analizzati propongono diverse possibilità di *car sharing*, mentre le società che offrono questi servizi si affidano a *carmaker* per la composizione della flotta di veicoli e ad aziende del *tech* per lo sviluppo di app e servizi di connettività. L'ultimo attore che sarà centrale nell'aumento dell'uso elettrico della vettura è il governo, che è potenzialmente in grado di influenzare, con la sua autorità, tutti gli attori citati e favorire un certo business model rispetto ad altri (Biahmov e al. 2019). Costringendo i *carmaker* a rispettare i vincoli di emissioni, potrebbe intervenire con regolamentazioni per limitare gli altri *player* o aiuti economici (Weiller e al. 2015), per lo sviluppo *in house* di tecnologia, business model attraenti. Il Governo cinese, collaborando in maniera minore con le università, ha dimostrato grande interesse nell'importanza del design elettrico e del nascente ecosistema, attraverso finanziamenti statali e collaborazioni con gli OEM nascenti nella gestione della mobilità cittadina (Lu e al. 2014). Con il "programma 863" (Weiller e al. 2015), dal 2006 al 2010, il Governo cinese ha investito pesantemente su iniziative di abbattimento delle emissioni e sulla possibilità di sviluppare servizi di trasporto urbani, il tutto supportato dall'Expo di Shanghai 2010, dove è stato presentato il progetto "*ten cities, ten thousand vehicles*" per ridurre le emissioni (Lu e al. 2014) tramite l'uso estensivo della mobilità elettrica. Nonostante il risultato non sia stato quello sperato, questo ci permette di capire come lo Stato abbia un grande ruolo come catalizzatore dell'innovazione, non solo di prodotto, ma anche di servizio e cerchi di forzare lo sviluppo della mobilità verso delle direzioni.

2.5.2 EV e differenti business model: quale approccio e quali rischi

Nel tempo le aziende produttrici di veicoli hanno basato il loro business sulla vendita di veicoli al cliente finale attraverso concessionari, è questo il loro modello di business principale, che comprende la gestione finanziaria e la manutenzione della vettura. Per restare competitive le aziende devono cambiare i propri business model per sfruttare al meglio le tecnologie introdotte (Weiller, Neely 2013), che spostano l'attenzione verso nuove conoscenze e nuovi modi di intendere la mobilità. La presenza di nuovi attori, Figura 5, e di nuove tecnologie, potrebbe portare nel lungo periodo ad un cambio del business model dell'OEM stesso.



Figura 5 Attori dell'ecosistema EV

Fonte: Weiller, C., & Neely, A. (2013). Business model design in an ecosystem context. University of Cambridge, Cambridge Service Alliance pag. 3

Per catturare valore il *carmaker* non ottimizza solo la conoscenza sul veicolo elettrico ma anche sul lato dell'offerta di beni complementari e la possibilità di rendere l'auto sempre più connessa. La possibilità di offrire al cliente un bene o un servizio complementare ne aumenta il potere e il controllo dell'ecosistema, favorendolo come leader (Jacobides e al. 2016). Seguendo Weiller, Neely (2015) il primo modello che consideriamo è quello del noleggio e scambio delle batterie: avere la possibilità di comprare un'auto e sfruttare il *leasing* della batteria da parte del cliente, cambiandola quando si vuole o necessita. Così facendo il costo delle ricariche può essere incluso nel prezzo di *leasing* e il rischio di raggiungere la destinazione è diminuito dalla possibilità di cambio batteria durante il viaggio presso un *dealer* o una stazione di ricarica. Il *carmaker* che propone questa

soluzione potrebbe porsi come leader, se in grado di sviluppare una piattaforma, sfruttandola, con il design del veicolo e della batteria che viene il più possibile standardizzato. Unendolo alla capacità dello sviluppo di *network* di ricarica, questo business model risulterebbe vincente. Il problema in questo caso è, oltre la capacità finanziaria, la standardizzazione, con una tecnologia incerta, del design della batteria. L'esempio di questo business model è Wanxiang che propone uno scambio batteria e noleggio (Weiller, Neely, 2015). Se analizziamo la batteria diventa fondamentale permettere una ricarica veloce. Grazie allo sviluppo di una tecnologia in grado di permetterlo (Weiller e al. 2015), con combinazioni di materiali diversi (Jetin, 2020), e attraverso una rete di distributori controllati (Jacobides e al. 2006); (Teece, 1986) il business model può basarsi sul controllo della ricarica, inteso come possibilità, con le stazioni di ricarica, e velocità (Weiller, Neely, 2013). La possibilità di gestire la velocità di ricarica, abbassandola, significherebbe impadronirsi della chiave che permetterebbe, insieme alla gestione del costo della batteria, l'adozione di massa dell'EV. Questo business model prevede l'avvio di *partnership* con i fornitori di energia e proprietari delle infrastrutture. Il limite di questo business model è il costo delle batterie, che incorporino una tecnologia in grado di ricaricarle in poco tempo, si vede limitato al momento (Weiller, Neely, 2013). Un terzo business model è l'uso estensivo del *car sharing* (Kley e al. 2011). In questo caso l'azienda potrebbe fare pagare il veicolo a rate o solo per l'uso effettivo e incorporarne il costo dell'energia elettrica. Un servizio che vede già coinvolte diverse società che propongono la vettura in *sharing* attraverso alleanze, con la possibilità di sottoscrivere contratti per la fornitura elettrica a prezzi dedicati, combinando la possibilità di carica nelle stazioni a quella domestica tramite un *wall charger* (Sovacool e al. 2019); (Teece, 2018). Midler (2013) conferma l'interesse del *carmaker* verso la mobilità dei servizi: veicoli connessi e condivisi. Da notare come questo business model porrebbe al centro l'OEM, se in possesso di accordi con i fornitori di elettricità, mentre altre società di *vehicle sharing* si dovrebbero rifornire di auto dal *carmaker*, che rappresenterebbe per loro un collo di bottiglia, dato che rappresenta un garante della qualità del servizio (Jacobides e al. 2006); (Weiller, Neely, 2013) e un integratore del veicolo (Macduffie, Fujimoto, 2010). Il fattore che più insospettisce è legato alla capacità di comunicazione tra veicoli in tempo reale. Si deve essere in grado di gestire le auto che si

trovano sotto carica, non permettendo un uso, e quelle che, essendo state usate, necessitano di una ricarica. Il rischio è quello, senza una capacità di gestione, di non potere caricare l'auto a causa della presenza di un'altra (Kley e al. 2011). Si richiede quindi un'alta capacità di coordinamento tra le vetture tramite un controllo a distanza del veicolo, che comporterebbe una difficile accettazione da parte del cliente, per motivi di *privacy*. Un quarto business model presentato da Weiller e al. (2015) è quello che trova il suo campione in Tesla, che si basa sull'alta performance del veicolo. Ponendo al centro la prestazione generale della vettura e la relativa capacità di percorrenza di un chilometraggio medio con una sola carica, l'OEM californiano è riuscito a penetrare nel mercato attraverso un passaggio da mercato di nicchia ad uno che possiamo considerare di massa. Il punto di forza è rappresentato dallo sviluppo della tecnologia *in house*, sfruttando la possibilità di *learning* dai fornitori. Il *carmaker* ha basato la sua strategia sulla differenziazione rispetto ai *competitor* con motore ICE, proponendosi in un mercato *premium* con un veicolo dalle prestazioni elevate ad un prezzo inferiore all'equivalente ICE, la fornitura di ricariche ad un prezzo bassissimo, una riduzione delle tasse per il cliente e la possibilità di essere assistiti online (Bohnsack e al. 2014). Il rischio di questo business model, a nostro avviso, è la possibilità di perdere competitività nel lungo periodo, dovuta al *leapfrogging*, inteso come balzo in avanti che rende la tecnologia in uso superata, attuato da altre aziende in grado di avere anche maggiori economie di scala (Moritz e al. 2015). Il *carmaker* deve detenere molta conoscenza sulle possibilità di sviluppo della tecnologia relativa alla batteria (Weiller e al. 2015). In questo caso Tesla ha usufruito di *partnership* di *cell producer* e produttori di batterie, soprattutto da Panasonic¹⁰⁰. In tutti i business model analizzati, e guardando alla storia delle aziende che li mettono in pratica, si nota come ciò che li accomuna è la necessità di alleanze e coordinamento con altre aziende, per provvedere alla realizzazione dello stesso, o per colmare mancanze. Se prendiamo ad esempio il business model basato sulla capacità di ricarica, sulla quale BYD fa affidamento per ottenere un vantaggio competitivo, l'OEM ha creato una *joint venture* con *China Southern Power Grid* per la fornitura di elettricità nelle città di Shenzhen, che ha portato all'installazione di una rete di ricarica (Weiller e al. 2015). Nello *swapping* della batteria il gruppo cinese Wanxiang sta

¹⁰⁰ https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2020/08/20/tesla_batterie_panasonic_gigafactory.html

collaborando con lo Stato cinese per lo sviluppo della standardizzazione della batteria che permetta uno scambio veloce tra batteria scarica e carica nelle stazioni di ricarica di Hangzhou (Weiller e al. 2015). Mentre Tesla sfrutta la capacità di sviluppo in proprio della tecnologia, grazie anche all'ecosistema della Silicon Valley in grado di attrarre le migliori menti riguardanti *data* e innovazioni relative ai *software*, ma all'inizio ha sfruttato la conoscenza di altri *carmaker* e produttori di batterie per lo sviluppo dell'auto e della tecnologia (Stringham e al. 2015). Lo stesso Stato della California ha permesso lo sviluppo di aziende come nel caso di Tesla grazie, in seguito all'acquisto della fabbrica di Fremont, ad un appoggio finanziario e la possibilità di sfruttare i crediti guadagnati dal programma ZEV (Bohnsack e al. 2014). I business model analizzati sono solo un esempio di quanto fatto, ma pensiamo, in accordo con Weiller, Neely (2015) che un'azienda possa proporre un mix tra loro.

2.5.3 L'OEM come coordinatore e integratore

Possiamo affermare come l'idea di introdurre l'EV nel mercato automobilistico abbia dato uno slancio alla nascita di business legati a questo ecosistema (Donada, 2018). Interessante è il pensiero di Hannah e al. (2016) dove all'interno dell'ecosistema le aziende collaborano ma allo stesso tempo competono tra loro. Gli attori sono molti e la competizione è solo all'inizio e la posizione di leader non è ancora decisa (Donada, 2018). Dato che l'EV porta con sé novità a livello di veicolo, ma anche di sistema di ricarica, di nuove conoscenze e nuovi beni complementari, il *carmaker* deve ragionare in termini strategici, facendo sì che si sviluppino tecnologie sotto il suo controllo e coordinando le attività collegate (Donada, 2018); (Rong e al. 2017). Dato che le interdipendenze tecnologiche tra i beni all'interno dell'ecosistema attaccano il valore del *leader* (Adner, Kapoor, 2010), l'OEM, se in possesso di conoscenza specifica sulle componenti e architetturale (Zirpoli, Becker, 2011), può controllare i supplier attraverso la dettatura del design (Biahmov e al. 2019), e necessita di agire come coordinatore con gli altri attori per avere un controllo, non solo sullo sviluppo del veicolo, ma anche dei beni complementari. Per potere introdurre il veicolo elettrico e le novità tecnologiche nel mercato deve far sì che tutta la catena sia pronta per l'introduzione dell'EV (Adner, 2006), (Hannah e al. 2016). Tutti devono essere pronti per supportare

l'introduzione e l'OEM ne deve essere l'orchestratore. In caso di colli di bottiglia il *carmaker* deve controllare le risorse chiave (Donada, Attias, 2015), (Hannah e al. 2016) o se non in grado aggirare il problema (Adner, 2006) attraverso il passaggio ad una tecnologia successiva o collaborando con i fornitori di beni complementari per risolverli (Hannah, Eisenhardt, 2018). Il successo dell'azienda dipende dalla capacità di creare regole nel settore e gestirne i colli di bottiglia (Jacobides e al. 2006). Mentre nella produzione e sviluppo controllando la tecnologia riesce ad avere un vantaggio competitivo (Brusoni e al. 2001); (Donada, 2018), se controlla gli asset/servizi complementari può interfacciarsi in maniera migliore con i clienti e capirne i bisogni sul medio/lungo termine (Donada, Attias, 2015), aumentando la possibilità di essere protagonista dell'ecosistema che si sta delineando. Lo sfruttamento del contatto con i consumatori molto più connessi attraverso il mondo dell'IT (Jang e al. 2018); (Donada, Attias, 2015); di gestione delle relazioni con i fornitori di componenti ma anche di fornitura elettrica (Weiller, Neely, 2013), delle autorità (Madina e al. 2012), di sviluppo delle infrastrutture rende l'OEM potenzialmente in grado di essere al centro dell'ecosistema (Donada, 2018). Le interazioni dell'OEM (Donada, 2018); (Adner, 2006); (Biahmov e al. 2019) con gli attori principali, la sua conoscenza (Zirpoli, Becker, 2011); (Brusoni e al. 2001), il recupero di competenze da meccaniche ad elettrochimiche (Donada, 2013); (Proff e al. 2015) e la capacità di gestire le interdipendenze, non solo di prodotto, ma di sistema (Adner, Kapoor, 2010) determinano la sua forza. Ad oggi se in alcune parti l'OEM reagisce bene, come i servizi di *car sharing*, produzione e sviluppo delle tecnologie legate all'EV (Sovacool e al. 2019), nelle altre deve sfruttare le proprie capacità e relazioni, *partnership, joint venture*, nuovi business model per gestire: l'elettricità, la connessione e servizi digitali, ma anche la rete urbana di ricarica (Donada, 2018). In definitiva se da una parte è importante che il *carmaker* accumuli conoscenza e sia integratore di nuove tecnologie nella vettura, dall'altra deve essere informato sullo sviluppo di beni complementari (Adner, 2006) e sulla possibilità di sfruttarli per aumentare l'influenza sull'ecosistema (Biahmov e al. 2019); (Adner, Kapoor, 2010). L'OEM deve affrontare l'elettrificazione come una sfida e deve garantire che tutti gli attori del sistema affrontino la propria (Adner, Kapoor, 2010). Così facendo sarà in grado di agire da integratore per ciò che ritiene opportuno e coordinare lo sviluppo del sistema,

acquisendo potere come *leader*. Di conseguenza il successo dell'OEM è legato al dominio dell'integrazione delle diverse parti del veicolo (Takeishi e al. 2001), al controllo della conoscenza sulle nuove tecnologie (Donada, 2013) e delle materie prime utilizzate (Jetin, 2020) ma anche al coordinamento dell'intera comunità di attori legati alla mobilità elettrica per creare regole del settore e gestire i colli di bottiglia (Jacobides e al. 2006); (Teece, 2018); (Donada, 2015); (Proff e al. 2015); (Donada, 2018).

Conclusioni

Nella prima parte abbiamo definito l'auto ICE come un prodotto altamente integrale, essendo caratterizzata da un alto livello di interdipendenze delle parti, che ne condizionano in ultima analisi la performance generale. Abbiamo visto come i vantaggi promessi dalla modularità abbiano in realtà confermato il fatto che l'OEM deve avere un'alta conoscenza sia delle singole parti che dell'architettura di sistema e non sia possibile uno sviluppo autonomo da parte del fornitore di parti che presentano alte interdipendenze e siano strategiche per la performance. La strategia seguita dal *carmaker* di piena modularità e outsourcing di produzione e design non ha avuto successo, mettendo in condizioni i produttori automobilistici di recuperare conoscenza. Si conferma fondamentale il *learning by doing*. Nella seconda parte dopo avere notato quali siano le parti che cambiano nel veicolo elettrico, ci siamo soffermati sul fatto che il veicolo elettrico è certamente un prodotto maggiormente modulare, ma abbiamo visto che l'integralità permane oltre il cambiamento di propulsione, limitando lo sviluppo modulare, comunque maggiore rispetto all'ICE. Il veicolo elettrico provvede a dare maggiore modularità, ma un livello di interdipendenza delle parti resta fondamentale, nonostante l'innovazione elettrica. Successivamente ci siamo soffermati sulla componente maggiormente innovativa del veicolo: la batteria. Abbiamo proposto quattro strategie dell'OEM riguardanti il grado di integrazione verticale lungo la catena del valore della batteria, notando che ognuno delle strategie proposte può essere seguita dal *carmaker* per un periodo di tempo per poi cambiare a seconda dell'innovazione e delle proprie capacità. Di seguito abbiamo analizzato la strategia di sviluppo della batteria e motore di dodici OEM, notando come la maggior parte acquisti all'esterno le celle e si occupi di integrazione vettura-batteria. Siamo passati a

rispondere al quesito riguardante la possibilità di avere nuovi produttori automobilistici legati all'elettrico. I supplier o aziende con profonde conoscenze sul lato chimico/elettronico possono arrivare ad essere OEM solo con una serie di conoscenze riguardanti l'integrazione delle parti, gestione della performance. Resta fondamentale anche per loro una profonda conoscenza delle interazioni che caratterizzano il veicolo, ma crediamo, guardando anche gli esempi proposti, che vedremo più competitor nel futuro. Con l'introduzione del veicolo elettrico il produttore automobilistico si vede in difficoltà sull'introduzione di certe nuove parti e tecnologie, ma ha dalla sua una serie di vantaggi che potrebbero aiutarlo a mantenere la propria posizione. Nonostante questi vantaggi deve recuperare conoscenza propria. In aggiunta può pensare ad un ingresso a monte nella catena del valore della batteria, concentrandosi sull'estrazione e lavorazione delle materie prime per recuperare conoscenza sulla batteria e introdurre nuove tecnologie. Successivamente siamo passati alla definizione di ecosistema, dato che l'introduzione del veicolo elettrico vede la creazione di un nuovo ecosistema, con nuovi attori. Dopo avere elencato i nuovi potenziali attori abbiamo esaminato dei possibili business model inerenti all'introduzione e produzione del veicolo elettrico, constatando come il produttore automobilistico debba cambiare il business model e la necessità di alleanze con gli attori dell'ecosistema. Nell'ultima parte ci soffermiamo sul fatto che il produttore automobilistico necessita di integrare il design di parti dell'EV, per controllare la performance del veicolo, ma necessita di coordinare le altre figure dell'ecosistema. Nella visione di ecosistema l'OEM, conscio di dovere interagire con gli altri attori, tenta di tenere il proprio ruolo centrale attraverso alleanze e spostandosi verso possibili nuovi business model. Agendo alla luce di quanto detto come integratore o coordinatore, sfruttando le proprie conoscenze e la capacità di learning attraverso strategie diversificate lungo tutta la supply chain, che coinvolgano anche attori istituzionali, l'OEM si tenta di essere, anche se con nuovi competitor, al centro dell'ecosistema. La limitazione è che non esiste ancora un *leader* ed è ancora troppo presto per delineare un andamento dell'ecosistema.

Bibliografia/Sitografia:

- René Bohnsack, Jonatan Pinkse, Ans Kolk, Business models for sustainable technologies: Exploring business model evolution in the case of electric vehicles, *Research Policy*, Volume 43, Issue 2, 2014, Pages 284-300, ISSN 0048-7333, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.014>.
- Philipp Borgstedt, Bastian Neyer, Gerhard Schewe, Paving the road to electric vehicles – A patent analysis of the automotive supply industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 167, 2017, Pages 75-87, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.161>.
- Miller, J. (2019) 'Volkswagen keen to forge battery technology partnerships', *Financial Times*, 24 September.
- Müller-Stewens, Günter. (2018). Tesla Motors' business model configuration.
- Müller, Lucas & Stephan, Michael. (2020). To separate or to integrate The normative effect of national culture on organisational ambidexterity of automotive OEMs in transition towards electric mobility. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 20. 457. 10.1504/IJATM.2020.112028.
- Stringham, E. P., Miller, J. K., & Clark, J. R. (2015). Overcoming Barriers to Entry in an Established Industry: Tesla Motors. *California Management Review*, 57(4), 85–103. <https://doi.org/10.1525/cm.2015.57.4.85>
- SCOTT, Piers; BURTON, M. The new BMW i3. BMW UK Ltd. November, 2013.
- Baldwin, C. Y., and K. B. Clark. "Managing in an Age of Modularity." *Harvard Business Review* 75, no. 5 (September–October 1997): 84–93.
- Perkins, G., & Murmann, J. (2018). What Does the Success of Tesla Mean for the Future Dynamics in the Global Automobile Sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471-480. doi:10.1017/mor.2018.31.

- Adner, Ron. “Match your innovation strategy to your innovation ecosystem.” Harvard business review 84 4 (2006): 98-107; 148.
- David J. Teece, Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy, Research Policy, Volume 15, Issue 6, 1986, Pages 285-305, ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2).
- I. López, E. Ibarra, A. Matallana, J. Andreu, I. Kortabarria, Next generation electric drives for HEV/EV propulsion systems: Technology, trends and challenges, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 114, 2019, 109336, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109336>.
- Robert Collins, Kimberly Bechler, Silvio Pires, Outsourcing in the automotive industry: From JIT to Modular Consortia, European Management Journal, Volume 15, Issue 5, 1997, Pages 498-508, ISSN 0263-2373, [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(97\)00030-3](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(97)00030-3).
- Sebastian K. Fixson, Jin-Kyu Park, The power of integrality: Linkages between product architecture, innovation, and industry structure, Research Policy, Volume 37, Issue 8, 2008, Pages 1296-1316, ISSN 0048-7333, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.026>.
- Christian Huth, Karsten Kieckhäfer, Thomas Stefan Spengler, Make-or-buy strategies for electric vehicle batteries—a simulation-based analysis, Technological Forecasting and Social Change, Volume 99, 2015, Pages 22-34, ISSN 0040-1625, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.027>.
- Huth, C., Wittek, K. And Spengler, T.S. (2013) ‘OEM strategies for vertical integration in the battery value chain’, Int. J. Automotive Technology and Management, Vol. 13, No. 1, pp.75–92.

- Leo, E. (2020), Toward a Contingent Model of Mirroring Between Product and Organization: A Knowledge Management Perspective. *J Prod Innov Manag*, 37: 97-117. <https://doi.org/10.1111/jpim.12515>.
- Jian-hua Liu, Zhan Meng, Innovation Model Analysis of New Energy Vehicles: Taking Toyota, Tesla and BYD as an Example, *Procedia Engineering*, Volume 174, 2017, Pages 965-972, ISSN 1877-7058, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.248>.
- Benjamin K. Sovacool, Jan-Christoph Rogge, Claudio Saleta, Edward Masterson-Cox, Transformative versus conservative automotive innovation styles: Contrasting the electric vehicle manufacturing strategies for the BMW i3 and Fiat 500e, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 33, 2019, Pages 45-60, ISSN 2210-4224, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.02.004>.
- H.-O. Günther, M. Kannegiesser, N. Autenrieb, The role of electric vehicles for supply chain sustainability in the automotive industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 90, 2015, Pages 220-233, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.058>.
- Kalaitzi, D., Matopoulos, A. and Clegg, B. (2019), "Managing resource dependencies in electric vehicle supply chains: a multi-tier case study", *Supply Chain Management*, Vol. 24 No. 2, pp. 256-270. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0116>.
- Kähkönen, A.-K., Lintukangas, K. and Hallikas, J. (2015), "Buyer's dependence in value creating supplier relationships", *Supply Chain Management*, Vol. 20 No. 2, pp. 151-162. <https://doi.org/10.1108/SCM-02-2014-0062>.
- Ben Jones, Robert J.R. Elliott, Viet Nguyen-Tien, The EV revolution: The road ahead for critical raw materials demand, *Applied Energy*, Volume 280, 2020, 115072, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115072>.

- Ke Rong, Yongjiang Shi, Tianjiao Shang, Yantai Chen, Han Hao, Organizing business ecosystems in emerging electric vehicle industry: Structure, mechanism, and integrated configuration, *Energy Policy*, Volume 107, 2017, Pages 234-247, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.042>.
- Chao Lu, Ke Rong, Jianxin You, Yongjiang Shi, Business ecosystem and stakeholders' role transformation: Evidence from Chinese emerging electric vehicle industry, *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Issue 10, 2014, Pages 4579-4595, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.01.026>.
- Wesseling, J. H., Niesten, E. M. M. I., Faber, J., and Hekkert, M. P. (2015) Business Strategies of Incumbents in the Market for Electric Vehicles: Opportunities and Incentives for Sustainable Innovation. *Bus. Strat. Env.*, 24: 518– 531. doi: 10.1002/bse.1834.
- Chen, Yurong & Perez, Yannick. (2015). Business Model Design: Lessons Learned from Tesla Motors.
- Alochet, Marc & Midler, Christophe. (2019). Reorienting electric mobility research focus on industrialisation issues. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 19. 229. 10.1504/IJATM.2019.10021999.
- Russell Hensley, Stefan Knupfer, and Dickon Pinner. (2009). Electrifying cars: How three industries will evolve. McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/electrifying-cars-how-three-industries-will-evolve>.
- Donada, Carole. (2013). Electric mobility calls for new strategic tools and paradigm for automakers. *Int. J. of Automotive Technology and Management*. 13. 167 - 182. 10.1504/IJATM.2013.052999.
- Donada, Carole & Attias, Danielle. (2015). Food for thought: Which organisation and ecosystem governance to boost radical innovation in the electromobility 2.0

- industry?. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 15. 105. 10.1504/IJATM.2015.068545.
- Donada, Carole. (2018). Leadership in the electromobility ecosystem: integrators and coordinators. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 18. 229. 10.1504/IJATM.2018.10013850.
 - Aggeri, F., Elmquist, M. and Pohl, H. (2009) 'Managing learning in the automotive industry – the innovation race for electric vehicles', *International Journal of Automotive Technology and Management*, Vol. 9, No. 2, pp.123–147.
 - Klug, Florian. "How electric car manufacturing transforms automotive supply chains." 20th EurOMA Conference. 2013.
 - Wang, Hua & Kimble, Chris. (2010). Betting on Chinese electric cars? - Analysing BYD's capacity for innovation. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 10. 77-92. 10.1504/IJATM.2010.031457.
 - Wang, Hua & Kimble, Chris. (2011). Leapfrogging to Electric Vehicles: Patterns and Scenarios for China's Automobile Industry. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 11. 312 - 325. 10.1504/IJATM.2011.043164.
 - Fojcik, Thomas. (2015). Proff, H./Fojcik, T. M./Kilian, D. (2015): Value Added and Competences in the Transition to Electric Mobility. – An Analysis of the European Automotive Industry.. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 15. 20-42. 10.1504/IJATM.2015.067090.
 - Cabigiosu, Anna. (2013). The impact of electric motorizations on cars' architecture and supply chain relationships within the automotive industry.
 - MacDuffie, John. (2018). Response to Perkins and Murmann: Pay Attention to What Is and Isn't Unique about Tesla. *Management and Organization Review*. 14. 1-9. 10.1017/mor.2018.32.

- Perkins, G., & Murmann, J. (2018). What Does the Success of Tesla Mean for the Future Dynamics in the Global Automobile Sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471-480. doi:10.1017/mor.2018.31
- Christensen, Thomas. (2011). Modularised eco-innovation in the auto industry. *Journal of Cleaner Production - J CLEAN PROD*. 19. 212-220. 10.1016/j.jclepro.2010.09.015.
- Verstrepen, Sven & Deschoolmeester, Dirk & Van den Berg, Roelof. (1999). Servitization in the automotive sector: Creating value and competitive advantage through service after sales. 538-545. 10.1007/978-0-387-35569-6_66.
- Balakrishnan, S. and Wernerfelt, B. (1986), Technical change, competition and vertical integration. *Strat. Mgmt. J.*, 7: 347-359. <https://doi.org/10.1002/smj.4250070405>.
- C. C. Chan, "The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 95, no. 4, pp. 704-718, April 2007, doi: 10.1109/JPROC.2007.892489.
- Baldwin, Carliss Y., Bottlenecks, Modules and Dynamic Architectural Capabilities (May 27, 2015). Harvard Business School Finance Working Paper No. 15-028, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2512209> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2512209>.
- Ülkü, S. and Schmidt, G.M. (2011), Matching Product Architecture and Supply Chain Configuration. *Production and Operations Management*, 20: 16-31. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2010.01136.x>
- Gilmar Masiero, Mario Henrique Ogasavara, Ailton Conde Jussani, Marcelo Luiz Risso, Electric vehicles in China: BYD strategies and government subsidies, *RAI Revista de Administração e Inovação*, Volume 13, Issue 1, 2016, Pages 3-11, ISSN 1809-2039, <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.01.001>.

- R.J. Orsato, P. Wells, U-turn: the rise and demise of the automobile industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 15, Issues 11–12, 2007, Pages 994-1006, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.019>.
- Dae-Chul Jang, Bosung Kim, Su-Yol Lee, A two-sided market platform analysis for the electric vehicle adoption: Firm strategies and policy design, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 62, 2018, Pages 646-658, ISSN 1361-9209, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.002>.
- ANDERSON, E.G., JR. and PARKER, G.G. (2002), THE EFFECT OF LEARNING ON THE MAKE/BUY DECISION. *Production and Operations Management*, 11: 313-339. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2002.tb00189.x>
- Jetin, Bruno. (2020). Who will control the electric vehicle market. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 20. 156. 10.1504/IJATM.2020.108584.
- Solomon, B., 2014. Tesla Goes Open Source: Elon Musk Releases Patents To “Good Faith” Use [WWW Document]. *Forbes*. <<http://www.forbes.com/sites/briansolomon/2014/06/12/tesla-goes-open-source-elon-musk-releases-patents-to-good-faith-use/>
- Roscoe, Samuel & Cousins, Paul & Lamming, Richard. (2015). Developing eco-innovations: A three-stage typology of supply networks. *Journal of Cleaner Production*. 112. 10.1016/j.jclepro.2015.06.125.
- MacDuffie, John & Fujimoto, Takahiro. (2010). Why Dinosaurs Will Keep Ruling the Auto Industry. *Harvard Business Review*. 88.
- Jacobides, Michael & MacDuffie, John. (2013). How to drive value your way. 91.
- Abernathy, William J., and James M. Utterback. "Patterns of industrial innovation." *Technology review* 80.7 (1978): 40-47.

- Fujimoto, Takahiro. (2017). An architectural analysis of green vehicles - Possibilities of technological, architectural and firm diversity. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 17. 123. 10.1504/IJATM.2017.084809.
- Chávez, Artemio & Lara, Arturo. (2020). The diversity of agents and patent thicket evolution in electric vehicles. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 20. 76. 10.1504/IJATM.2020.10026965.
- Lebedeva, N., Di Persio, F., Boon-Brett, L., Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe, EUR 28534 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-66948-4, doi:10.2760/6060, JRC105010.
- Taniguchi, A., 2001. Development of nickel/metal-hydride batteries for EVs and HEVs. *J. Power Sources* 100 (1-2), 117–124.
- Bree, van, B., Verbong, G. P. J., & Kramer, G. J. (2010). A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4), 529-540. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.12.005>.
- Inagaki, K., Henry, S. and Charles, C. (2018) 'Global carmakers race to lock in lithium for electric cars', *Financial Times*, 24 February.
- Lenfle S, Söderlund J. Large-Scale Innovative Projects as Temporary Trading Zones: Toward an Interlanguage Theory. *Organization Studies*. 2019;40(11):1713-1739. doi:10.1177/0170840618789201
- Weiller, C., & Neely, A. (2013). *Business model design in an ecosystem context*. University of Cambridge, Cambridge Service Alliance
- Karl Ulrich, The role of product architecture in the manufacturing firm, *Research Policy*, Volume 24, Issue 3, 1995, Pages 419-440, ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)00775-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)00775-3).

- Anna Cabigiosu, Francesco Zirpoli, Arnaldo Camuffo, Modularity, interfaces definition and the integration of external sources of innovation in the automotive industry, *Research Policy*, Volume 42, Issue 3, 2013, Pages 662-675, ISSN 0048-7333, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.002>.
- Belay Seyoum (2020) Product modularity and performance in the global auto industry in China: the mediating roles of supply chain integration and firm relative positional advantage, *Asia Pacific Business Review*, DOI: 10.1080/13602381.2020.1763583.
- Fixson, S.K. (2005) 'Product architecture assessment: a tool to link product, process, and supply chain design decisions', *Journal of Operations Management*, Vol. 23, No. 3, pp.345–369.
- MacDuffie, J.P. (2013), Modularity-as-Property, Modularization-as-Process, and 'Modularity'-as-Frame. *Global Strategy Journal*, 3: 8-40. <https://doi.org/10.1111/j.2042-5805.2012.01048.x>
- Jacobides, M.G., MacDuffie, J.P. and Tae, C.J. (2016), Agency, structure, and the dominance of OEMs: Change and stability in the automotive sector. *Strat. Mgmt. J.*, 37: 1942-1967. <https://doi.org/10.1002/smj.2426>.
- Takeishi, A. (2001), Bridging inter- and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development. *Strat. Mgmt. J.*, 22: 403-433. <https://doi.org/10.1002/smj.164>.
- Zirpoli, F. and Becker, M.C. (2011), The limits of design and engineering outsourcing: performance integration and the unfulfilled promises of modularity. *R&D Management*, 41: 21-43. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00629.x>.
- Jacobides, M.G., Cennamo, C., Gawer, A., 2018. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal* 39, 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>.

- Baldwin, C. Y., and K. B. Clark. "Managing in an Age of Modularity." *Harvard Business Review* 75, no. 5 (September–October 1997): 84–93.
- Zirpoli, Francesco, and Arnaldo Camuffo. "Persistent integrality: Product architecture and inter-firm coordination in the auto industry." 17th Gerpisa International Colloquium, Paris. 2009.
- Zirpoli, Francesco. "Competenze per l'innovazione e confini dell'impresa: il caso dell'industria dell'auto." *Impresa Progetto-Electronic Journal of Management* 2 (2010).
- Sanchez, R. and Mahoney, J.T. (1996), Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strat. Mgmt. J.*, 17: 63-76. <https://doi.org/10.1002/smj.4250171107>.
- Stefano Brusoni, Andrea Prencipe, *Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations, Industrial and Corporate Change*, Volume 10, Issue 1, 1 March 2001, Pages 179–205, <https://doi.org/10.1093/icc/10.1.179>.
- Baldwin, Carliss Y., *Bottlenecks, Modules and Dynamic Architectural Capabilities* (May 27, 2015). Harvard Business School Finance Working Paper No. 15-028, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2512209> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2512209>
- Brusoni, S., Prencipe, A., & Pavitt, K. (2001). Knowledge Specialization, Organizational Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make? *Administrative Science Quarterly*, 46(4), 597-621. doi:10.2307/3094825.
- Henderson, Rebecca & Clark, Kim. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative science quarterly*. 35. 10.2307/2393549.

- Fixson, Sebastian K. "The multiple faces of modularity—a literature analysis of a product concept for assembled hardware products." Michigan: University of Michigan, Industrial and Operations Engineering (2003): 2003-05.
- Baldwin, Carliss Y., and Kim B. Clark. Architectural Innovation and Dynamic Competition: The Smaller "Footprint " Strategy. Harvard Business School Working Paper, No. 07-014, August 2006.
- Gawer, Annabelle & Cusumano, Michael. (2014). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. Journal of Product Innovation Management. 31. 10.1111/jpim.12105.
- Sako, Mari. (2003). Governing Supplier Parks: Implications for Firm Boundaries and Clusters.
- Takeishi, Akira. (2002). Knowledge Partitioning in the Interfirm Division of Labor: The Case of Automotive Product Development. Organization Science. 13. 10.1287/orsc.13.3.321.2779.
- Nicoletti, L., Ostermann, F., Heinrich, M. et al. Topology analysis of electric vehicles, with a focus on the traction battery. Forsch Ingenieurwes (2020). <https://doi.org/10.1007/s10010-020-00422-1>.
- A. Emadi, Y. J. Lee and K. Rajashekara, "Power Electronics and Motor Drives in Electric, Hybrid Electric, and Plug-In Hybrid Electric Vehicles," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 55, no. 6, pp. 2237-2245, June 2008, doi: 10.1109/TIE.2008.922768.
- Johan Schot, Remco Hoogma, Boelie Elzen, Strategies for shifting technological systems: The case of the automobile system, Futures, Volume 26, Issue 10, 1994, Pages 1060-1076, ISSN 0016-3287, [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90073-6](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90073-6).
- Lovins, Amory & Cramer, David. (2004). Hypercars, hydrogen, and the automotive transition. International Journal of Vehicle Design - INT J VEH DES. 35. 10.1504/IJVD.2004.004364.

- Anderson, Edward & Parker, Geoffrey & Tan, Burcu. (2013). Platform Performance Investment in the Presence of Network Externalities. SSRN Electronic Journal. 25. 10.2139/ssrn.2329217.
- Hannah, D.P., Bremner, R.P., Eisenhardt, K.M., 2016. Resource Redeployment in Business Ecosystems, in: Resource Redeployment and Corporate Strategy, Advances in Strategic Management. Emerald Group Publishing Limited, pp. 19–48.
<https://doi.org/10.1108/S0742-332220160000035003>
- Hannah, DP, Eisenhardt, KM. How firms navigate cooperation and competition in nascent ecosystems. Strat Mgmt J. 2018; 39: 3163– 3192.
<https://doi.org/10.1002/smj.2750>.
- Bruijl, Gerard. (2017). Tesla Motors, Inc.: Driving Digital Transformation and the Digital Ecosystem. SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.3053142.
- Teece, D. (2018). Tesla and the Reshaping of the Auto Industry. Management and Organization Review, 14(3), 501-512. doi:10.1017/mor.2018.33.
- Biahmou, Alain & Majic, Tomislava & Stjepandic, Josip & Wognum, Nel. (2019). A Platform-based OEM-Supplier Collaboration Ecosystem Development. 10.3233/ATDE190150.
- Fabian Kley, Christian Lerch, David Dallinger, New business models for electric cars—A holistic approach, Energy Policy, Volume 39, Issue 6, 2011, Pages 3392-3403, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.036>
- Bruijl, Gerard H. Th., Tesla Motors, Inc.: Driving Digital Transformation and the Digital Ecosystem (October 14, 2017). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3053142> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3053142>.
- Moritz, Manuel. (2015). Tesla Motors, Inc. - Pioneer towards a new strategic approach in the automobile industry along the open source movement?. 10.1109/PICMET.2015.7273032.

- <https://www.lautomobile.aci.it/articoli/2018/11/05/i-numeri-della-produzione-mondiale-di-auto.html>
- <http://www.enciclopediadellautomobile.it/it/i-1030-0/ford-model-t/#:~:text=La%20Ford%20Model%20T%20del,traguardo%20dei%2015.007.033%20esemplari>
- <https://insideevs.it/news/422822/ventanni-ibride-storia-toyota-prius-2020-edition/>
- <https://www.quattroruote.it/news/primo-contatto/2020/10/03/rimac-c-two-prezzo-motore-prestazioni-autonomia-video.html>
- <https://www.autoexpress.co.uk/ford/105692/ford-to-build-electric-cars-on-vw-s-meb-platform-in-2023>
- <https://www.ilsole24ore.com/art/auto-elettriche-e-plug-in-vendite-piu-che-raddoppiate-nel-2020-AD7dC7FB>
- <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/highlights/powertrain-and-electrified-mobility/>
- <https://nextmove.de/fahrzeuge-und-preise/vw-egolf-vii-358-kwh/>
- <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677>
- <https://www.alvolante.it/news/audi-stop-nuovi-motori-termici-con-euro-7-372587>
- https://www.ilsole24ore.com/art/nio-et7-nuova-auto-elettrica-cinese-batterie-stato-solido-AD1Eo6CB?refresh_ce=1
- <https://bepower.com/>
- www.press.bmwgroup.com
- https://www.polimerica.it/articolo.asp?id=21076&from_rss=yes

- <https://insideevs.com/news/338067/bmw-i3-samsung-sdi-94-ah-battery-rated-for-524000-miles/>
- <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0302864EN/bmw-group-forges-ahead-with-e-mobility-and-secures-long-term-battery-cell-needs-%E2%80%93-total-order-volume-of-more-than-10-billion-euros-awarded>
- <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0276448EN/bmw-group-invests-200-million-euros-in-battery-cell-competence-centre>
- <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0302864EN/bmw-group-forges-ahead-with-e-mobility-and-secures-long-term-battery-cell-needs-%E2%80%93-total-order-volume-of-more-than-10-billion-euros-awarded>
- <https://www.alvolante.it/news/bmw-nuova-piattaforma-new-class-2025-372666>
- <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0330050EN/new-cell-technology-for-neue-klasse:-bmw-group-strengthens-battery-expertise-as-part-of-the-european-battery-innovation-initiative>
- <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/The-Mercedes-Benz-among-electric-vehicles.xhtml?oid=40995157>
- <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Powertrain-Dynamic-performance-meets-efficiency.xhtml?oid=40995447>
- <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/battery-cells.html>
- <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/battery-cells.html>
- <https://www.reuters.com/article/us-daimler-batteries/daimler-to-buy-23-billion-of-battery-cells-for-electric-car-drive-idUSKBN10A00G>
- <https://insideevs.it/news/356357/smart-eq-elettrica-fortwo-2019-cosa-ce-da-sapere/>

- <https://media.mercedes-benz.it/evonik-e-daimler-stringono-unalleanza-strategica-per-lo-sviluppo-e-la-produzione-di-batterie-agli-ioni-di-litio/>
- <https://insideevs.it/news/446299/smart-suv-crossover-elettrica/>
- <https://chargedevs.com/features/a-reluctant-gem-the-fiat-500e-ev/>
- <https://www.notizieauto.it/ fiat-taglia-la-produzione-della-500-elettrica>
- <http://www.media.fcaemea.com/em-en/corporate-communications/press/new-battery-hub-at-mirafiori-speeds-fca-electric-product-plans>
- <https://www.bosch.com/stories/quiet-enthusiasm/>
- <https://insideevs.it/news/497923/free2move-esolutions-stellantis-servizi-auto-elettriche-engie/>
- <https://plants.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2018/jun/0607-gm-honda-battery-cell.html>
- http://autonews.gasgoo.com/new_energy/70014684.html
- <https://hondanews.com/en-US/releases/release-5f2b9148a4739fe74624ff20d90029e7-general-motors-and-honda-to-jointly-develop-next-generation-honda-electric-vehicles-powered-by-gms-ultium-batteries>
- <https://hondanews.eu/eu/lv/cars/media/pressreleases/183624/all-new-honda-e-platform-engineered-to-deliver-exceptional-urban-driving-experience>
- <https://hondanews.com/en-US/releases/release-7e36eebd021e462d9db5d8e92adeefcf-honda-conducting-research-with-american-electric-power-to-develop-2nd-life-for-used-ev-batteries>
- <https://hondanews.com/en-US/honda-corporate/releases/release-32797eaea7316f1bed4bfcd27919f703-honda-targets-100-ev-sales-in-north->

america-by-2040-makes-new-commitments-to-advances-in-environmental-and-safety-technology

- https://press.kia.com/eu/en/home/media-resouces/press-releases/2020/Plan_S.html
- <https://english.nna.jp/articles/3568>
- <https://insideevs.com/news/401471/hyundai-kona-electric-production-czechia/>
- <https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-factbox/factbox-the-worlds-biggest-electric-vehicle-battery-makers-idUSKBN1Y02JG>
- <https://europe.autonews.com/automotive-news-europe-congress-conversations/renault-achieves-ev-cost-breakthrough-nissan-exec>
- <https://www.evspecifications.com/en/news/01402da>
- <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0331495EN/bmw-group-strengthens-leadership-position-in-battery-technology-with-investment-in-solid-state-innovator-solid-power?language=en>
- <https://plants.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2020/jan/0127-dham.html>
- <https://media.gm.com/media/us/en/gm/home.detail.html/content/Pages/news/us/en/2021/apr/0416-ultium.html>
- <https://www.gm.com/our-stories/commitment/ev-battery-modular-technology.html>
- <https://media.gm.com/media/us/en/gm/ev.detail.html/content/Pages/news/us/en/2020/mar/0304-ev.html>
- <https://group.renault.com/en/our-company/locations/cleon-plant-2/>
- <https://www.nissan.it/gamma/auto-elettriche.html>

- <https://www.greencarcongress.com/2018/05/20180511-catl.html>
- <https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-factbox/factbox-the-worlds-biggest-electric-vehicle-battery-makers-idUSKBN1Y02JG>
- <https://global.nissannews.com/en/releases/release-802293a55e09aa3ecd57e61fdfa767e6-080519-01-e>
- <https://insideevs.it/news/506900/renault-enel-x-pacchetti-ricarica/>
- <https://www.ford.it/auto/mustang-mach-e#features>
- <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2020/06/10/ford-volkswagen-sign-agreements-for-joint-projects.html>
- <https://www.autoexpress.co.uk/ford/105692/ford-to-build-electric-cars-on-vw-s-meb-platform-in-2023>
- <https://www.evspecifications.com/en/news/95cb3ed>
- <https://www.citroen.it/ami>
- <https://europe.autonews.com/automakers/psa-will-produce-batteries-slovakia-spain>
- <https://www.groupe-psa.com/en/newsroom/corporate-en/groupe-psa-and-total-create-automotive-cells-company/>
- <https://media.stellantis.it/it/il-sito-di-tr%C3%A9mery-regione-grand-est-francia-al-centro-della-transizione-energetica-di-groupe-psa>
- <https://www.sicurauto.it/news/attualita-e-curiosita/top-10-case-auto-del-2020-chi-rischia-di-piu-il-titolo-mondiale/>
- <https://www.volkswagenag.com/en/news/2018/11/volkswagen-nominates-further-battery-cell-supplier.html>

- <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-and-northvolt-form-joint-venture-for-battery-production-5316>
- <https://northvolt.com/newsroom/NorthvoltEtt-supply>
- <https://www.hdmotori.it/volkswagen/articoli/n524386/volkswagen-batterie-auto-elettriche-wanxiang-a123/>
- <https://www.volkswagenag.com/en/group/e-mobility.html>
- <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/from-springs-and-dampers-to-rotors-and-stators-5177>
- <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/10/powerful-and-scalable-the-new-id-battery-system.html>
- <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677>
- <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/in-brief-the-all-rounder-the-1-speed-gearbox-5818>
- <https://www.autonews.com/automakers-suppliers/vw-signs-ev-startup-first-partner-meb-electric-platform>
- <https://www.dmove.it/news/volkswagen-fa-acquisti-in-cina-e-rileva-il-20-di-un-produttore-di-batterie>
- <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/09/electric-motor-now-in-series-production-in-gyoer.html>
- <https://www.electrive.com/2021/02/09/audi-e-tron-gt-more-than-a-taycan-clone/>
- <https://newsroom.porsche.com/en/products/taycan/battery-18557.html>
- <https://www.elektroniknet.de/international/production-of-battery-system-for-porsche-taycan.165645.html>

- <https://www.electrive.com/2020/08/31/audi-lends-400-employees-to-porsche-to-ramp-up-taycan-production/>
- https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28913488.html?_ga=2.103398848.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634
- https://global.toyota/en/newsroom/corporate/31477926.html?_ga=2.235991489.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634
- <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28818821.html>
- https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30977776.html?_ga=2.131340623.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634
- https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28913709.html?_ga=2.128702156.1971602286.1583074634-1551232268.1583074634
- <https://www.reuters.com/article/us-tesla-catl-battery-electric/chinas-catl-signs-battery-supply-agreement-with-tesla-idUSKBN1ZX02D>
- <https://www.hdmotori.it/tesla/articoli/n530542/lg-chem-produzione-celle-batterie-auto-tesla/>
- <https://www.hdmotori.it/tesla/articoli/n526194/tesla-panasonic-gigafactory-nevada-batterie/>
- <https://wheels.iconmagazine.it/archivio/le-dieci-case-automobilistiche-piu-antiche-presenti-nei-listini-italiani>
- <https://www.tesla.com/support/software-updates?redirect=no>
- <https://www.veicolielettricinews.it/fisker-automotive-la-spuntano-i-cinesi-di-wanxiang/>
- <https://www.electricmotornews.com/eventi/accordo-fisker-magna-fisker-ocean/>
- <https://www.tesla.com/supercharger?redirect=no>

- <https://www.infomotori.com/auto/tesla-model-3-aero-wheels-le-ruote-che-aumentano-lautonomia-dellauto-elettrica-144690/#:~:text=Le%20Aero%20Wheels%20sono%20ruote,propria%20autonomia%20aumentata%20del%2010%25.&text=In%20particolare%20sono%20state%20le%20ruote%20a%20colpire%20esperti%20e%20curiosi.>
- <https://oag.ca.gov/environment/clean-air>
- <https://www.quattroruote.it/news/sicurezza/2020/05/20/euroncap-nuove-procedure-test-2020.html>
- <https://www.audi.it/it/web/it/modelli/e-tron-gt/audi-rs-e-tron-gt/motori.html>
- <https://www.porsche.com/italy/models/taycan/taycan-models/taycan-turbo-s/>
- <https://www.nsenergybusiness.com/projects/greenbushes-lithium-mine/>
- <https://www.mining.com/albermarle-tesla-and-uber-to-jointly-push-electric-cars-use/>
- <https://asia.nikkei.com/Business/Sumitomo-Chemical-to-make-more-battery-materials-for-Tesla>
- <https://pulse2.com/tesla-tsla-signs-partnership-in-nickel-mine-deal/>
- <https://www.volkswagengroup.it/ita/media/comunicati-stampa/il-gruppo-volkswagen-si-assicura-la-fornitura-di-litio>
- <https://amp24-ilsole24ore.com.cdn.ampproject.org/c/s/amp24.ilsole24ore.com/pagina/AD08Ka7>
- <https://www.ilsole24ore.com/art/il-ceo-toyota-l-auto-elettrica-business-immaturo-costi-energetici-e-sociali-insostenibili-AD6XQ38>
- <https://www.altalex.com/documents/news/2019/11/06/alex-in-audi-connect-un-maggiordomo-virtuale-alla-guida>
- <https://www.enelxstore.com/it/it/prodotti/mobilita-elettrica>

- [https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2020/08/20/tesla batterie panasonic gigafactory.html](https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2020/08/20/tesla-batterie-panasonic-gigafactory.html)
-