



6367

## I SISTEMI PER LA RICARICA CONDUTTIVA DEI VEICOLI ELETTRICI

27 April 2013

L'osservatore attento già nota qualche autovettura elettrica che circola silenziosa per le strade delle nostre città. Se ne vedrebbero di più passeggiando per Londra, Parigi o Oslo. Infatti ormai l'Italia si assesta agli ultimi posti in Europa per la diffusione dei veicoli elettrici e delle stazioni di ricarica, soprattutto di quelle "veloci" necessarie per ripristinare in poco tempo l'autonomia del veicolo e proseguire il viaggio (mentre le stazioni di ricarica "standard" sono relativamente diffuse). Un sito ricco di informazioni sulla diffusione dei veicoli elettrici e delle stazioni di ricarica è [www.eafo.eu](http://www.eafo.eu).

Quasi tutte le case automobilistiche hanno già a catalogo automobili elettriche, siano esse "pure" (solo elettriche) o ibride ricaricabili, "supercars" comprese: Nissan, BMW, Renault, Smart, Tesla, Volkswagen, Mercedes, Porsche, Mitsubishi, Volvo, PSA, Opel, Chevrolet, Toyota,... La FCA, che produce la 500 EV in America, per il momento preferisce non venderla in Europa ma ha annunciato lo sviluppo di nuovi modelli elettrici anche per il mercato europeo. Anche se le vendite dei veicoli elettrici sono ancora limitate, esse sono in progressivo aumento e tutto fa pensare a una lenta e inesorabile diffusione in concomitanza alla progressiva riduzione del prezzo. Un "boom" è previsto tra qualche anno, a partire dal 2020, quando saranno disponibili batterie con una densità di energia molto più elevata di quelle attuali. Per quella data sono previste automobili di classe media in grado di percorrere 300 km in condizioni di guida reale con un pieno di elettricità (corrispondenti a circa 60 kWh di batteria) mentre le auto del segmento "premium" già oggi garantiscono una autonomia più elevata.

Un ruolo importante è svolto dai veicoli ibridi ricaricabili: solo poche decine di chilometri garantiti dalla batteria sono sufficienti per coprire buona parte della percorrenza media giornaliera, con la possibilità di attingere energia dal serbatoio di combustibile per percorrenze superiori.

Già abbastanza popolari nelle città italiane sono i veicoli elettrici leggeri, come gli scooter di svariati costruttori, e le minivetture (GreenGo iCaro, Ducati Freeduck, Renault Twizy, Tazzari Zero, Estrima Birò...) in continua crescita. Non vanno dimenticati i furgoni per le consegne urbane, i taxi, il car-sharing e i bus urbani (e-bus). Questi ultimi si possono caricare di notte in deposito, oppure lungo il percorso tramite ricariche veloci di poche decine di secondi da effettuare alle fermate principali tramite connessione automatica a pantografo (tali bus sono già realtà in alcune città europee).

Con i veicoli elettrici si devono diffondere anche le corrispondenti infrastrutture di ricarica, quali le colonnine per la ricarica pubblica in strada oppure le stazioni di ricarica da parete per i garage

("wall box"). L'esperienza degli altri paesi individua due modalità fondamentali di ricarica delle quali ha bisogno l'elettroautomobilista.

- La ricarica "a destinazione", da effettuare prevalentemente di notte, a casa o in un qualunque parcheggio notturno. Alla ricarica notturna si può assimilare la ricarica sul luogo di lavoro e in ogni parcheggio per lunga sosta. Si tratta della ricarica più semplice ed economica, con poco impatto sulla rete elettrica e che richiede apparecchiature e impianti abbastanza semplici. Una potenza di circa 3 kW corrisponde a una percorrenza di circa 200 km con una ricarica della durata di 12 ore (si tratta di valori indicativi: il valore esatto dipende dal veicolo e dallo stile di guida). Tenuto conto delle percorrenze medie giornaliere della maggior parte dei veicoli (meno di 100 km al giorno per più del 90% dei veicoli) e degli usuali periodi di sosta dei veicoli (12 ore di notte), questa potenza copre le esigenze primarie di ricarica per la maggior parte degli automobilisti anche quando le automobili permetteranno più di 300 km di autonomia.
- L'altra tipologia essenziale di ricarica è quella "veloce", necessaria per il servizio di fermata per la ricarica cioè per la sosta effettuata con il solo scopo di rifornire anche parzialmente il proprio veicolo (durante la quale si può consumare un panino o effettuare qualche telefonata). Non è questa la ricarica che si fa tutti i giorni, ma la si effettua in caso di necessità per ripristinare la carica della batteria in tempi brevi e proseguire il viaggio. In questo caso, la sosta massima accettabile è considerata 20 minuti con una potenza di almeno 40 kW. In prospettiva la ricarica veloce evolverà sino alla potenza di 150 kW e ancora di più.

A queste modalità di ricarica se ne possono aggiungere altre complementari, quali la ricarica presso parcheggi per sosta breve oppure di pubblici esercizi con lo scopo di attirare e fidelizzare la clientela. Durante questa ricarica si può effettuare qualche commissione o consumare un pasto. In questi casi, la potenza di 20-22 kW ricarica il veicolo per 100 km in meno di un'ora (ricarica "semivelece" o "accelerata").

Scopo di questo articolo è fare una breve panoramica sui sistemi di ricarica per veicoli elettrici stradali.

## **I modi di ricarica**

Seguendo la norma IEC/EN 61851, la norma che tratta i sistemi di ricarica conduttiva, i sistemi di ricarica si classificano in quattro "modi" di ricarica fondamentali. Alla IEC/EN 61851 va aggiunta la norma IEC 60364-7-722, recepita in Italia come sezione 722 della norma impianti CEI 64-8, che fornisce all'eletttricista le prescrizioni e le raccomandazioni per l'installazione dei sistemi di ricarica.

### **Modo di ricarica 1**

Si tratta semplicemente della ricarica effettuata alla tensione di rete da una presa comune, per esempio una presa domestica “Schuko”. Non sono previste particolari funzioni di controllo o di protezione. Come nel caso degli altri modi di ricarica è comunque necessario che la presa sia individualmente protetta da un interruttore differenziale da 30 mA di tipo A e con collegamento alla terra dell'impianto (si veda la CEI 64-8, sezione 722). Normalmente questo modo di ricaricare è esclusivo dei veicoli leggeri (le automobili elettriche non sono idonee al modo 1) e di fatto si limita alla potenza “domestica” (circa 2 kW), visto che non è consigliabile utilizzare una presa domestica a 16 A effettivi per molte ore di fila (soprattutto se si usa un adattatore come tipicamente si fa in Italia). In Italia il modo 1 non si usa in ambito pubblico ma solo in ambito di ricarica privata. Negli altri paesi europei, invece, si possono trovare colonnine pubbliche dotate di presa comune dedicata appunto ai veicoli leggeri.

### **Modo di ricarica 3**

È la ricarica alla tensione alternata di rete 230/400 V quando questa sia effettuata tramite apposite stazioni di ricarica, pubbliche o private, con i connettori specifici per la ricarica dei veicoli elettrici dotati di contatti ausiliari di controllo e regolazione. È la modalità di ricarica comune a quasi tutte le automobili elettriche odierne (in pratica sono esclusi solo scooter e minivetture meno potenti). Copre potenze nominali che vanno da 3,7 kW (16 A/230 V) a 43 kW (63 A/400 V) con diverse “taglie” intermedie: 7,4 kW (32 A/230 V), 11 kW (16 A/400 V), 22 kW (32 A/400 V) a seconda del modello del veicolo e della stazione di ricarica. La compatibilità è sempre garantita indipendentemente dalla potenza: ovviamente la ricarica avverrà alla massima potenza compatibile sia con il veicolo sia con l'infrastruttura di ricarica (se un veicolo è predisposto per la ricarica trifase, può essere caricato anche da una stazione monofase, e viceversa, con una corrispondente riduzione della velocità con cui avviene la ricarica). Utilizzano il modo 3 la maggior parte dei punti di ricarica aperti al pubblico, oltre che i “wall box” per la ricarica nel garage o nel giardino di casa.

Per la ricarica in corrente alternata modo 3 il cavo di connessione può essere completamente staccabile oppure fissato permanentemente alla stazione di ricarica. Questa seconda soluzione è decisamente più pratica per l'utilizzatore che deve connettere il cavo solo dalla parte del veicolo, analogamente alla pistola erogatrice di un distributore di carburante che è sempre fissata alla pompa, e non deve portare il cavo con sé nel baule dell'auto (in Nord America e in Giappone è l'unica tipologia di stazione di ricarica che si usa). Tuttavia questa soluzione si scontra con la presenza in Europa di veicoli elettrici dotati di due tipi diversi di conettore tipo 1 o tipo 2. Di conseguenza, generalmente, le stazioni di ricarica pubbliche sino a 22 kW sono prive di cavo fisso, in modo che il cavo dell'utilizzatore funga da adattatore (oltre 22 kW il cavo piuttosto pesante è comunque sempre fissato alla stazione di ricarica). Il cavo staccabile per la ricarica dalle stazioni in modo 3 dotate di presa fissa può essere fornito in dotazione assieme al veicolo oppure può essere da acquistare separatamente (c'è anche la possibilità di cavo permanentemente fissato al veicolo che termina con una spina, che si usa quasi esclusivamente per i veicoli leggeri).



*Stazione di ricarica pubblica modo 3 - 22+22 kW (A2A)*



*Stazione di ricarica domestica modo 3 - 3,7 kW (ABB)*

Per il modo 3 sono richieste specifiche funzioni pilota di controllo e di protezione, tra le quali la verifica del collegamento del veicolo al PE e l'assenza di tensione se il veicolo non è correttamente collegato (quindi una presa senza spina è sempre priva di tensione). Queste funzioni utilizzano un filo pilota dalla stazione di ricarica al veicolo. Un'altra funzione del modo 3 è la limitazione automatica della corrente in base alla portata del cavo di alimentazione in uso che è ottenuta tramite l'inserimento di un resistore indicatore nei connettori del cavo.

Un'altra importante funzione è la regolazione della potenza tramite *protocollo PWM*: la stazione di ricarica comunica al veicolo la massima corrente che può assorbire, in modo statico o dinamico (questo significa che un veicolo predisposto, per esempio, per la ricarica a 7 kW può essere caricato anche mediante una stazione di ricarica da 3 kW adattandosi automaticamente ad assorbire un minore potenza). Grazie a questa funzione è possibile la cosiddetta "ricarica smart", cioè il controllo del sistema di ricarica tramite un sistema di gestione della potenza: la potenza di ricarica si adatta automaticamente alla potenza disponibile in rete, tenendo conto della disponibilità di potenza generata da fonti locali (fotovoltaico). Nei grandi parcheggi è anche possibile bilanciare

e distribuire la potenza tra numerosi punti di ricarica evitando picchi di assorbimento ed appiattendolo la curva di carico complessiva.

Va precisato, tuttavia, che diversi veicoli elettrici, soprattutto quelli ibridi ricaricabili, utilizzano il modo 3 solo per potenze sino a 3,7 kW (ricarica lenta) in quanto è questa la potenza del caricabatteria a bordo. Altri modelli di veicolo impiegano il modo 3 sino a 7,4 kW, altri a 11 o 22 kW (talvolta solo come opzione a pagamento da ordinare al momento dell'acquisto) e un solo modello sino a 43 kW (si tratta della Renault ZOE versione Q210 dotata di questa tecnologia esclusiva denominata "Chaméléon" che si basa sull'impiego di un convertitore a bordo in grado di funzionare sia come inverter durante la marcia, sia come caricabatteria durante la ricarica). Quindi una stazione di ricarica trifase da 22 kW (tipica stazione pubblica in Europa spesso indicata come "veloce" o "semivelece") è in grado di caricare qualunque veicolo elettrico compatibile con il modo 3, ma solo con alcuni di essi la ricarica potrà effettivamente raggiungere la potenza di 22 kW.

Il modo 3 si distingue ulteriormente in

- *modo 3 "full"* (tipico) quando il veicolo non ricarica se non riceve il segnale PWM generato dalla stazione di ricarica,
- *modo 3 "semplificato"* con qualche funzione in meno e con il veicolo che ricarica anche in assenza di segnale PWM ma a una corrente non superiore a 10 A.

Il modo 3 semplificato in pratica si usa solo in Italia ed è tipico dei veicoli più piccoli (scooter, quadricicli); permette di caricare anche da una presa qualunque utilizzando un semplice adattatore o cavo adattatore.

## **Modo di ricarica 2**

Si usa quando si deve ricaricare da una presa comune, domestica o industriale, un veicolo predisposto per la ricarica modo 3 full. Si tratta quindi di un ibrido tra modo 1 e modo 3. Questo modo di ricarica prevede un cavo dotato di un dispositivo di controllo e protezione integrato conforme alla norma IEC 62752. In sostanza, non è altro che una stazione di ricarica portatile spesso fornita a corredo del veicolo, oppure venduta a parte. Non si tratta, come alcuni erroneamente credono, di un alimentatore analogo a quello dei computer portatili (sarebbe assai più voluminoso), ma solo di una unità di controllo della ricarica e di protezione (il caricabatteria si trova sul veicolo). Il modo 2 è una modalità di ricarica particolarmente dedicata alle ricariche occasionali ed è limitata a potenze ridotte almeno quando si effettua tramite una spina domestica quale la Schuko (su questo argomento si veda anche l'articolo <http://www.electroyou.it/6367/wiki/posso-caricare-l-automobile-da-una-normale-presa-di-casa> ). Va detto che le prese domestiche non sono idonee per correnti continuative oltre 8-10 A senza rischi di surriscaldamenti e di guasti. Per questo motivo, di solito la ricarica tramite una spina Schuko è limitata a tale valore di corrente (in alcuni dispositivi per il modo 2 la corrente si può regolare manualmente). Alcuni di tali dispositivi sono dotati di sensore di temperatura integrato nella spina per evitare surriscaldamenti pericolosi. In ogni caso, la ricarica di una automobile elettrica da una presa domestica è una carica particolarmente lenta e con alcuni modelli di veicolo poco efficiente (in

quanto buona parte dell'energia assorbita non va nella batteria ma è dissipata in calore dal circuito caricabatteria che lavora a potenze eccessivamente basse). In alternativa esistono i dispositivi portatili modo 2 con spina industriale: in questo caso non c'è il problema del surriscaldamento della presa, resta però da valutare l'idoneità del circuito che l'alimenta che deve soddisfare i requisiti della sezione 722 della CEI 64-8. Come nel caso del modo 1, il modo 2 in Italia è destinato solo alla ricarica in ambienti non pubblici. Anche in Europa, il modo 2 è prevalentemente destinato alla ricarica occasionale dato che le nuove strutture pubbliche sono predisposte per il modo 3.



*Cavo di ricarica per modo 2 con dispositivo di controllo integrato (Mennekes)*

#### **Modo di ricarica 4**

Nei modi di ricarica 1, 2 e 3 la ricarica è effettuata in corrente alternata alla tensione di rete e la conversione dell'energia è effettuata dal caricabatteria posto a bordo del veicolo (raddrizzatore e convertitore di tensione). Nel modo 4 il caricabatteria è posto nella stazione di ricarica la quale, quindi, non ha semplicemente funzioni di controllo e di protezione come nel caso del modo 3. La corrente continua di ricarica è direttamente applicata alle batterie del veicolo ed è regolata dal veicolo che tramite il suo BMS controlla il convertitore tramite un protocollo di comunicazione digitale. La sicurezza, come dalla norma IEC/EN 61851-23, è garantita da un trasformatore di isolamento e da un controllore di isolamento che interrompe la tensione in caso di guasto verso terra, da un interblocco dei connettori che ne impedisce l'estrazione sotto carico, dai fusibili limitatori posti sia sul veicolo sia sulla stazione di ricarica. Sono inoltre richieste tutte le funzioni già previste per il modo 3. Si tratta quindi di un modo di ricarica assai sofisticato e sicuro.



*Stazione di ricarica pubblica modo 4 da 50 kW (Clever)*

Come si può intuire, il modo 4 è tipico della ricarica veloce (50 kW e oltre), quella che permette la ricarica di un veicolo elettrico medio in meno di mezz'ora. Infatti, in questo modo si evita di dotare ogni veicolo di un caricabatteria voluminoso. La prossima generazione di ricarica in modo 4 arriverà a potenze di 100-150 kW, e quella successiva a 300-350 kW per autoveicoli di maggior prestigio (attualmente la massima potenza in uso è di oltre 130 kW del sistema Supercharger Tesla). Tuttavia esistono diversi veicoli che usano il modo 4 già a potenze intermedie come 20 kW o 10 kW, in quanto il caricabatteria a bordo non arriva a tali potenze e la ricarica in corrente alternata si ferma a potenze minori. Per questo motivo sono in commercio anche stazioni in modo 4 trasportabili (a valigia o su carrello), e domestiche ("wall box DC") anche se ancora poco diffuse. Per il modo 4 il cavo è sempre fissato permanentemente alla stazione di ricarica (l'utente non deve quindi procurarsi alcun cavo per questo tipo di ricarica come del resto accade nel caso del modo 3 ma solo oltre 22 kW).

## **Connettori per la ricarica in uso in Europa**

### **Connettori e prese per la ricarica in corrente alternata (modo 3)**

Esiste una vasta molteplicità di connettori, per i veicoli e per le stazioni di ricarica, tutti idonei alla ricarica in modo 3 con PWM e inclusi nella norma IEC/EN 62196-2. Solo di recente, per porre fine alla "jungla delle prese", l'Unione Europea nell'ambito della Direttiva "DAFI" (Deployment of Alternative Fuels Infrastructure) pubblicata nel 2014 (ma i cui contenuti essenziali erano noti da tempo) ha stabilito quali debbano essere i formati obbligatori validi nell'intera Europa.

- *Lato veicolo* si può trovare il connettore **tipo 1** (SAE/Yazaki), monofase 32 A/230 V, oppure il connettore **tipo 2** (Mennekes), trifase 63 A/400 V (utilizzato anche in monofase 230 V). Secondo l'accordo ACEA (European Automobile Manufacturers' Association) entro il 2017 tutti i veicoli europei di nuova costruzione saranno dotati di connettore tipo

2 (compresi quelli che ricaricano solo in monofase 230 V). Non è noto se si adegueranno anche le case giapponesi (in particolare la popolare Nissan). In ogni caso, se il cavo per la ricarica è staccabile e in dotazione al veicolo, è possibile caricare i veicoli con entrambi i tipi di connettore utilizzando il cavo stesso come adattatore (purché le prese fisse sulle stazioni di ricarica siano tutte di un medesimo formato).



*Connettore tipo 1 (SAE-Yazaki)*



*Connettore tipo 2 (Mennekes)*

Inoltre, in pratica solo nel caso degli scooter e dei quadricicli, c'è anche la possibilità del cavo fissato al veicolo che termina con una spina, senza quindi alcun connettore fisso sul veicolo.

- *Lato stazione di ricarica*, la direttiva DAFI prescrive la presenza almeno della presa (o del connettore) **tipo 2** (Mennekes), nata nel 2009 e da allora la più diffusa in Europa al punto da essere considerata la presa europea per antonomasia (il connettore tipo 2, quindi, esiste sia in versione lato veicolo sia in versione lato stazione di ricarica).





*Spina tipo 2 (Mennekes)*

Tuttavia, essendo mancato un accordo spontaneo per una presa unica da parte dei costruttori, in Europa si possono trovare altri tipi diversi di presa che potrebbero creare problemi di compatibilità se non si è dotati del cavo con la spina giusta.

C'è la presa **tipo 3A** (Scame) in uso sin dal 2001 ma solo in Italia. Si tratta di una presa monofase 16 A che viene utilizzata soprattutto per le esigenze della ricarica dei veicoli leggeri con caricabatteria a bordo (in modo 3 semplificato affinché sia possibile caricare anche da una presa domestica con un semplice adattatore passivo).



*Prese, spina e adattatore tipo 3A (Scame)*

Infine c'è la presa **tipo 3C** (Scame-EV Plug Alliance), trifase, introdotta nel 2010, ormai destinata all'obsolescenza ma ancora abbastanza diffusa in Francia e che saltuariamente si può trovare anche in Italia.



*Presa e spina tipo 3C (Scame)*

Ad aprile 2014 è stata approvata la Direttiva DAFI che obbligherà dal 2017 alla presenza almeno della presa fissa tipo 2 (oppure del cavo fisso con connettore tipo 2), senza tuttavia proibire gli altri formati di presa o connettore. Mentre la presa tipo 3C è ormai destinata ad andare in disuso sostituita dalla tipo 2 in tutta Europa, la presa tipo 3A continua a essere installata in Italia per le esigenze dei veicoli leggeri per via del costo e delle dimensioni più contenute rispetto alla tipo 2. All'estero i medesimi veicoli sono dotati di spina tipo 2, come quella delle automobili, oppure per quelli che caricano a potenze meno elevate di una comunissima spina domestica (modo 1).

In Italia, quasi tutti i punti di ricarica pubblici in corrente alternata sono già dotati della presa europea tipo 2, spesso anche della tipo 3A, ma esistono anche quelli dotati solo della presa tipo 3C oppure solo della tipo 3A. Anche se è prevalente il formato europeo, l'Italia è quindi l'unico paese che mantiene più formati di presa in corrente alternata sulle infrastrutture pubbliche: alcuni automobilisti viaggiano con due o tre cavi a bordo per avere maggiore probabilità di trovare una presa libera.

#### **Connettori per la ricarica in corrente continua (modo 4)**

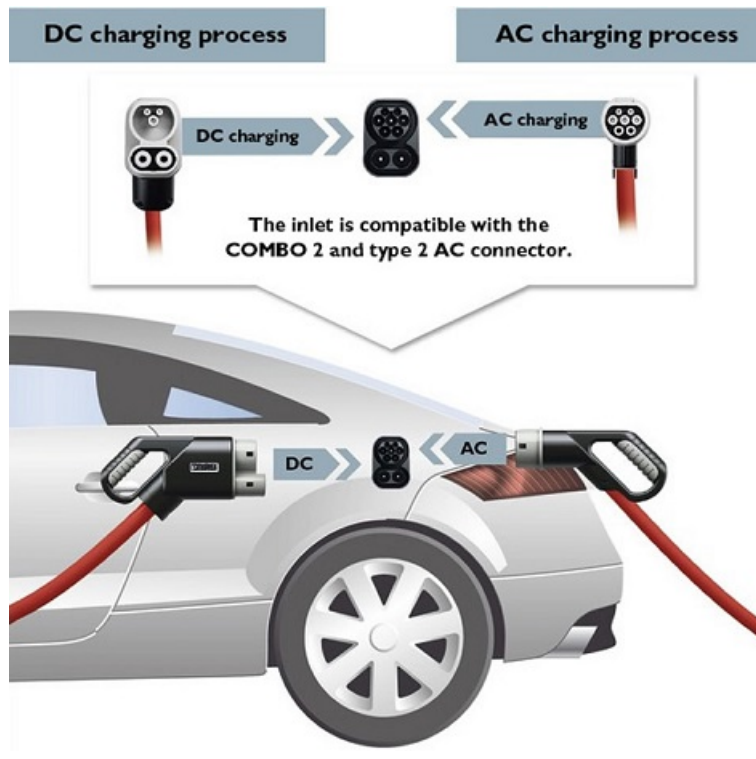
Dato che per il modo 4 il cavo è sempre fissato permanentemente alla stazione di ricarica, non ci sono prese fisse sulla stazione di ricarica, ma solo connettori lato veicolo. In Europa sono in uso due sistemi principali per la ricarica in modo 4 definiti nelle norme IEC/EN 61851-23, -24, ognuno dotato di un connettore specifico oggetto della norma IEC/EN 62196-3. A questi va aggiunto il sistema Supercharger Tesla che è un sistema proprietario di Tesla Motors non incluso nella normativa IEC/Cenelec. A differenza di quello che accade per il modo 3, nel modo 4 a differenti formati di connettore corrispondono diversi protocolli di comunicazione tra veicolo e stazione di ricarica. Non è quindi possibile, con adattatori o cavi adattatori passivi, passare da un connettore all'altro (i pochi adattatori disponibili per il modo 4 sono oggetti piuttosto complessi e costosi).

- Un sistema IEC/Cenelec è il **Combined Charging System (CCS)** che impiega per l'Europa il connettore **Combo2** (Combo tipo 2), per il quale i primi veicoli sono entrati in

commercio nel 2013. Il CCS è appoggiato da otto importanti case automobilistiche (Audi, BMW, Fiat Chrysler, Daimler, Ford, GM, Porsche, Volkswagen) e dal consorzio CharIN e.v. Arriva alla potenza nominale di 150 kW ma è allo studio l'estensione a 350 kW. La particolarità di questo sistema è che il connettore Combo2 (850 V/200 A) sul veicolo ingloba il connettore tipo 2 per permettere anche la ricarica in corrente alternata, senza quindi la necessità di dotare il veicolo di un secondo connettore.



*Connettore Combo2 (Phoenix Contact)*



*Un unico connettore sul veicolo si accoppia con il connettore Combo2 e tipo 2*

- L'altro connettore IEC/Cenelec per la ricarica modo 4 è il **CHAdEMO**, impiegato attualmente dalle case giapponesi, coreane e dal gruppo PSA (Peugeot e Citroën) che può raggiungere la potenza 62,5 kW (500 V/ 125 A) anche questo con un notevole margine per incrementi futuri (è già pronta l'estensione a 150 kW). Introdotto nel 2010 in Giappone è oggi il sistema di ricarica veloce più diffuso al mondo, Europa compresa.



*Connettore CHAdEMO (Yazaki)*

I veicoli che ne sono dotati, a differenza di quelli dotati del CCS Combo2, sono equipaggiati con un secondo connettore separato per effettuare la ricarica in corrente alternata.



*Connettore CHAdEMO e tipo 1 su un veicolo (Nissan)*

- Le automobili Tesla Motors impiegano il sistema proprietario **Supercharger Tesla**. Sui veicoli è presente un unico connettore tipo 2 modificato con il quale si può effettuare la ricarica in corrente continua sino a 130 kW tramite le apposite stazioni di ricarica Supercharger Tesla. Il veicolo con il medesimo connettore può effettuare anche la ricarica in corrente alternata sino a 10, 16 o 20 kW a seconda del modello di veicolo, tramite una qualunque stazione di ricarica modo 3. Inoltre Tesla vende un adattatore molto

particolare che permette anche la ricarica in corrente continua da una stazione di ricarica sistema CHAdeMO.



*Connettore Tesla S ac/dc versione europea*

La Direttiva DAFI ha scelto il connettore Combo2 per le stazioni di ricarica in corrente continua, rendendolo obbligatorio sulle stazioni di ricarica modo 4 accessibili al pubblico in tutta Europa a partire dal 2017. Tuttavia, il sistema CHAdeMO e gli altri sistemi non verranno messi al bando e potranno essere installati in aggiunta al Combo2 senza limiti di tempo. Va detto che il sistema CHAdeMO è sostenuto dalle vendite ai primi posti della classifica europea dei veicoli che lo montano di serie o in opzione (in particolare la Nissan Leaf).

### **Considerazioni generali**

Per quanto attiene la *ricarica "lenta" o "normale"* (almeno sino a 3,7 kW) esiste sostanzialmente un unico sistema di ricarica: quello in corrente alternata modo 3 con comunicazione secondo il protocollo PWM e presa tipo 2. Esso è un sistema universale essendo utilizzato da tutte le autovetture elettriche, sia pure dotate di connettori diversi. Si tratta quindi della ricarica a destinazione: sosta notturna e in genere di lunga durata (parcheggi aziendali, autorimesse, alberghi,...). Su alcuni modelli di veicoli la ricarica in corrente alternata, a seconda della potenza del caricabatteria a bordo del veicolo, utilizzando le medesime stazioni di ricarica può raggiungere potenze più elevate, 7 kW e oltre, riducendo di conseguenza i tempi di ricarica (ovviamente se tale potenza è effettivamente disponibile al punto di ricarica). Si può stimare che circa il 50% dei veicoli

elettrici puri in circolazione in Europa siano predisposti per la ricarica in corrente alternata ad almeno 7 kW.

Per ricaricare in tempi rapidi la batteria bisogna aumentare di parecchio la potenza di ricarica. Una potenza di circa 50 kW, facendo riferimento alla batteria media, richiede meno di mezz'ora di ricarica per ripristinare 100 km. Si tratta di una potenza idonea al servizio di fermata per la ricarica. Tali stazioni di ricarica veloce sono previste soprattutto nelle aree di servizio sui corridoi stradali ma sono utili anche in città.

La seguente tabella riepiloga le prestazioni della ricarica in funzione della potenza. I valore riportati sono indicativi in quanto quelli reali dipendono dallo specifico modello di veicolo.

<b>Potenza indicativa della ricarica</b>	<b>Connessione tipica a seconda del veicolo</b>	<b>Durata approssimata della ricarica per 100 km di percorrenza</b>	<b>Applicazione tipica</b>
2,3 kW (ricarica con presa domestica)	10 A/230 V AC	10 ore	Sosta lunga
3,7 kW (ricarica lenta)	16 A/230 V AC	6 ore	Sosta lunga
7,4 kW (ricarica lenta)	32 A/230 V AC	3 ore	Sosta lunga
11 kW (ricarica accelerata)	16 A/400 V AC	2 ore	Sosta media
20-22 kW (ricarica accelerata)	32 A/400 V AC oppure 60 A/400 V DC	45 minuti	Sosta breve
43-50 kW (ricarica veloce)	63 A/400 V AC oppure 125 A/400 V DC	20 minuti	Fermata per la ricarica
80-150 kW (ricarica ultraveloce)	375 A/400 V DC	10 minuti	Fermata per la ricarica
250-350 kW (ricarica ultraveloce)	375 A/800 V DC	< 5 minuti	Fermata per la ricarica

Se per la ricarica standard un'unica presa è idonea a tutti i veicoli, per quella veloce o semivelece i veicoli di fatto utilizzano in Europa tre sistemi sostanzialmente diversi e incompatibili tra loro:

- la ricarica veloce in corrente continua sistema CCS Combo2, attualmente impiegato da BMW, Volkswagen e altri costruttori, e adottato ufficialmente dall'Unione Europea, da meno tempo sul mercato ma in forte espansione,
- la ricarica veloce in corrente continua sistema CHAdeMO, usato attualmente da Nissan, Kia, Mitsubishi, Peugeot e Citroën, e molto diffuso anche in Europa,
- la ricarica veloce in corrente alternata trifase su connettore tipo 2, in grado di raggiungere i 43 kW solo sulla ZOE Q210 della Renault (la più recente Renault ZOE R240 ha un sistema di ricarica in corrente alternate a 22 kW). Altri veicoli per il mercato europeo, tuttavia, utilizzano la ricarica in corrente alternata trifase sino alla potenza di 22 kW o 11 kW, di serie o come opzione a pagamento (es. Mercedes Classe B, Smart EV oppure Tesla Model S predisposte). Questa modalità di ricarica richiede la presenza a bordo del veicolo di un caricabatteria di un certo peso ma, in compenso, si possono utilizzare stazioni di ricarica meno costose e più diffuse sul territorio senza ricorrere a stazioni di ricarica veloci in corrente continua (infatti diverse colonnine stradali standard in Europa sono predisposte per la ricarica in corrente alternata a 22 kW).

I costruttori di stazioni di ricarica veloce realizzano da tempo stazioni multi-formato in grado di caricare in modo veloce tutti i tipi di veicolo elettrico. Esse ricordano, anche nell'aspetto, gli erogatori di carburante multicom bustibile. Sono sicuramente la soluzione più indicata per la ricarica pubblica e tutti i grandi operatori europei utilizzano questa tipologia di stazione di ricarica per le loro installazioni. Diverso il caso di stazioni di ricarica in corrente continua private, per le quali si può optare per una versione compatibile con i mezzi che devono essere ricaricati (a differenza della ricarica pubblica, nel caso di quella privata, la tecnologia multi-standard potrebbe essere eccessivamente costosa).



### *Stazione veloce multi-formato (ABB)*

A questi sistemi IEC/Cenelec si aggiunge il sistema proprietario Supercharger Tesla, esclusivo di questo costruttore, i cui veicoli sono comunque compatibili con la ricarica in corrente alternata su connettore tipo 2 sino a 20 kW e con la ricarica in corrente continua sistema CHAdeMO tramite un adattatore fornito da Tesla stessa (Tesla Chademo Adapter). Tesla Motors è molto attiva nella realizzazione di stazioni di ricarica Supercharger che arriveranno a coprire in modo adeguato tutta la rete autostradale europea, Italia compresa. È tuttavia noto che in avvenire le vetture Tesla saranno compatibili anche con il sistema europeo CCS Combo2 (molto probabilmente mantenendo la compatibilità con i Supercharger).



*Autovettura Tesla in carica da un sistema CHAdeMO tramite adattatore*

Quindi, acquistando un veicolo elettrico non sarà sufficiente chiedersi se sia predisposto per la ricarica veloce e a quale potenza, ma anche quale sistema utilizza. Per diversi anni, quindi, saranno in circolazione veicoli elettrici di tutti i sistemi.

### **Sistemi non in uso in Europa**

Per completare la nostra rassegna citiamo, di sfuggita, i sistemi non in uso in Europa.



- In Nord America si usa il CCS nella versione con il connettore Combo1/SAE derivato dal connettore tipo 1/SAE con l'aggiunta dei contatti per la ricarica veloce in corrente continua (120 kW).



*connettore SAE Combo 1 (SAE)*

- In Cina si usa per la ricarica veloce in corrente continua il sistema GB/T. Come nel caso del giapponese CHAdeMO è necessaria la presenza sul veicolo di un secondo connettore per effettuare la ricarica in corrente alternata.



*Connettore cinese GB-T (Phoenix Contact)*

- Il sistema Supercharger di Tesla nella versione per il Nord America prevede un connettore proprietario idoneo sia alla ricarica lenta in corrente alternata, sia alla ricarica veloce in corrente continua. A differenza dell'analogo sistema Tesla per l'Europa, per la ricarica in corrente alternata con connettore SAE tipo 1 è necessario dotarsi di un apposito adattatore.



*Connettore Tesla S ac-dc versione americana*

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:6367:n-a>"