

Impianti di carica per i veicoli elettrici

(Seconda parte)

Sistemi di carica

Il sistema di carica dei veicoli elettrici è attualmente oggetto di acceso dibattito internazionale per la definizione o meglio per i vari, comprensibili, ma non sempre del tutto utili, tentativi da parte delle varie nazioni e delle varie aziende di imporre al mercato i propri standard. Conclusione parziale è che al momento sono definiti 3 tipi di connessione per la carica e 4 modi di carica, per un totale teorico di quasi (devono essere, cioè, escluse le combinazioni non possibili) dodici varianti sul tema, senza contare i tipi di connettori, prese e spine.

I tempi richiesti per la carica sono ovviamente inversamente proporzionali alla potenza e questa, dal punto di vista dell'impianto utente, può rapidamente raggiungere valori abbastanza elevati, soprattutto in relazione alle abitudini italiane e più in generale dell'Europa meridionale.

Attualmente, assieme alla infrastruttura di carica, le batterie costituiscono il punto più critico per la definitiva affermazione dei veicoli elettrici.

I principali elementi che costituiscono, infatti, in questo momento i maggiori problemi sono:

- incidenza del costo delle batterie sul costo del veicolo nuovo;
- densità energetica, ovvero volume e peso delle batterie per immagazzinare una quantità di energia adeguata all'autonomia richiesta;
- tempi e modalità di carica.

Tabella 1: Tempi tipici di carica.

Ricarica			Autonomia reintegrata in	
			1 h	15 min
AC	Lenta	3,3 kW	13-15 km	3-5 km
	Rapida	22 kW	90-100 km	25-30 km
		43 kW	Completa	50-60 km
CC	Rapida	50 kW	Completa	60-70 km

Tipi di connessione

I tipi di connessione attualmente normati a livello IEC e Cenelec per la carica dei veicoli elettrici sono 3, in funzione del lato o dei lati dotati di connessione non fissa:

A) il veicolo elettrico è connesso al punto di carica utilizzando un cavo di alimentazione e una spina permanentemente fissati all'EV stesso;

B) il veicolo elettrico è connesso al punto di carica utilizzando un cavo di alimentazione removibile, provvisto di connettore mobile, e un'apparecchiatura di alimentazione in c.a.;

C) il veicolo elettrico è connesso al punto di carica utilizzando un cavo di alimentazione e un connettore mobile permanentemente fissati all'apparecchiatura di alimentazione.

Si parla di sistema presa/spina sul lato stazione di carica e di connettori se ci si riferisce al lato veicolo.

Oltre alle ovvie, ma importanti considerazioni di carattere pratico legate alla necessità di trasportare o meno il cavo di alimentazione, che per le potenze maggiori può rapidamente avere un peso non trascurabile, una differenza importante tra i vari tipi di connessione per la carica citati è il confine delle responsabilità. L'impianto elettrico BT dell'utente termina, infatti, in funzione del tipo di connessione, in punti diversi (figura 1) e con esso la responsabilità del progettista e dell'installatore. Quello che sta a valle di questo punto è, infatti, nella responsabilità dell'utente o del costruttore del veicolo.

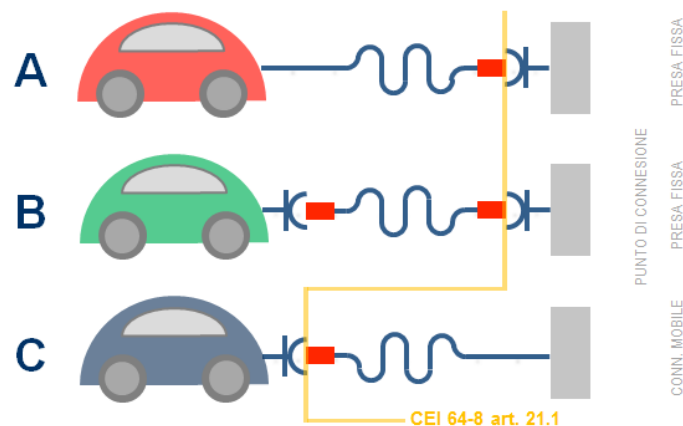


Figura1: Tipi di connessione per la carica (Norma CEI EN 61851-1)

Modi di carica

Attualmente sono disponibili 4 modi di carica, differenziati in funzione:

- del regime (c.a., c.c.);
- della corrente massima;
- del tipo di presa/spina;
- del tipo di connettore;
- delle caratteristiche dell'eventuale comunicazione/controllo tra il veicolo e la stazione di carica.

Naturalmente ciascun modo di carica ha specifici vantaggi e svantaggi, che saranno brevemente commentati nei paragrafi che seguono.

Modo 1

Nel Modo 1 di carica, il collegamento del veicolo elettrico alla rete di alimentazione c.a. viene realizzato attraverso prese e spine normate fino a 16 A, ovvero ordinarie prese e spine per uso domestico (in Italia, CEI 23-50) o industriale (CEI EN 60309-2) oppure prese e spine speciali, ma comunque conformi ad una (qualsiasi) Norma IEC.

In questo momento, il Modo di carica 1 costituisce l'opzione più immediata per la carica dei veicoli elettrici, ma presenta potenziali problemi di sicurezza. Il funzionamento sicuro di un punto di carica di Modo 1 dipende, infatti, dalla presenza di adeguate protezioni lato impianto: protezione contro le sovracorrenti, impianto di terra, protezione contro i contatti.

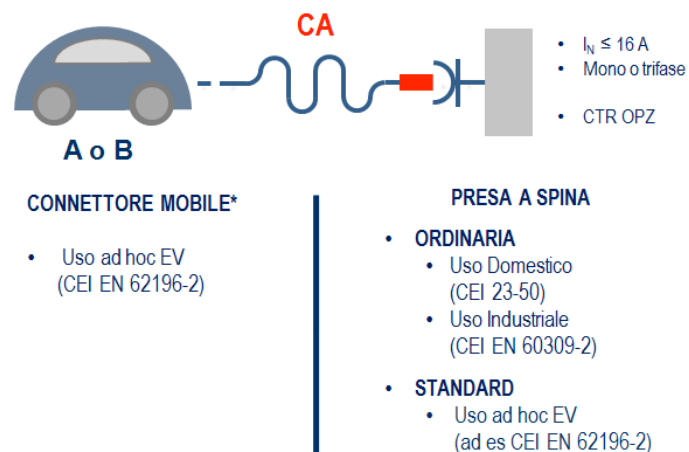


Figura 2: Modo di carica 1 (Norma CEI EN 61851-1)

Nota: * se previsto

Anche se nelle situazioni impiantistiche più comuni, in tutti i nuovi impianti elettrici nella maggior parte dei Paesi, da alcuni anni le Norme tecniche hanno reso obbligatori gli interruttori differenziali, non si può negare che vi siano ancora molti vecchi impianti privi di protezioni differenziali, per cui almeno potenzialmente potrebbe essere difficile per l'utente, all'atto del collegamento del proprio veicolo elettrico, sapere se l'impianto di alimentazione è adeguatamente protetto o meno.

Nei Paesi in cui è consentito, l'uso del Modo 1 di carica potrebbe, per un certo periodo, rimanere la modalità di ricarica più diffusa per locali privati (compresi garage residenziali e parcheggi aziendali) grazie a semplicità e basso costo d'investimento. Con una corretta realizzazione e aggiornamento dell'impianto elettrico, il Modo 1 consente, infatti, la carica in sicurezza.

Il Modo 1 di carica può essere paragonato ai sistemi elettrici di preriscaldamento dei motori, che sono di uso comune nei Paesi del nord Europa da molti anni senza aver manifestato alcun problema di sicurezza.

La premessa nazionale della Norma CEI EN 61851-1 indica che il Modo 1 «...è consentito solamente in ambiti strettamente privati non aperti a terzi, quali, ad esempio, ambienti il cui l'accesso necessita di chiavi, attrezzi particolari, ecc., in possesso solo del relativo proprietario».

Modo 2

Analogamente al Modo di carica 1, anche il Modo 2 per il collegamento del veicolo elettrico alla rete di alimentazione prevede prese e spine conformi ad uno standard IEC (ordinarie o ad hoc), ma la massima corrente nominale arriva a 32 A ed è prevista una protezione supplementare garantita da un box di controllo collocato sul cavo, tra il veicolo elettrico e la stazione di ricarica, a meno di 30 cm dalla spina e contenente, oltre ai dispositivi per alcune funzioni di controllo, anche un differenziale da 30 mA.

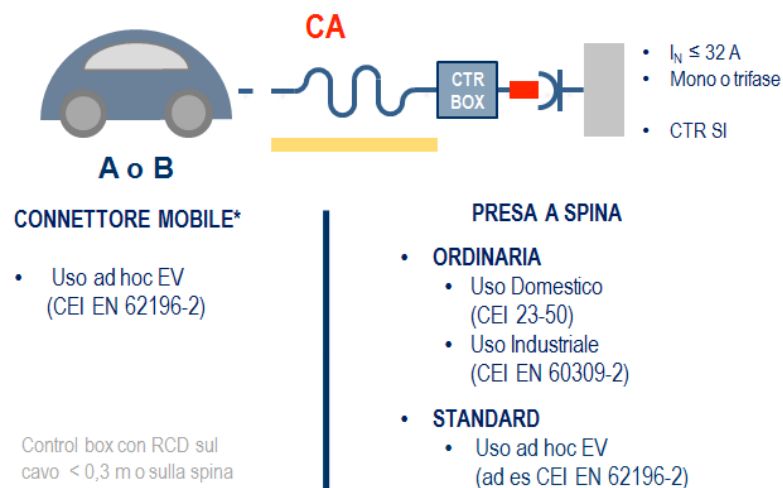


Figura 3: Modo di carica 2 (Norma CEI EN 61851-1)

Nota: * se previsto

L'introduzione del Modo di carica 2 è stato inizialmente pensato per gli Stati Uniti e considerato una soluzione transitoria, in attesa dello sviluppo di infrastrutture dedicate. Recentemente, tuttavia, il Modo 2 sembra aver destato un rinnovato interesse anche in Europa, nella prospettiva di sostituire il Modo 1 per la carica presso punti non dedicati.

Oltre agli ovvi svantaggi di avere un dispositivo di controllo posizionato sul cavo, lo svantaggio principale del Modo 2 è che il box di controllo protegge il cavo a valle e il veicolo, ma non la spina stessa, che in realtà risulta essere uno dei componenti più soggetti ad usura.

La premessa nazionale della Norma CEI EN 61851-1 indica implicitamente che il Modo 2 non è indicato per ambienti aperti a terzi.

Modo 3

Il Modo di carica 3 prevede il collegamento diretto del veicolo elettrico alla rete c.a. di alimentazione, utilizzando apparecchiature di alimentazione dedicate. La Norma internazionale CEI EN 61851-1 richiede un contatto pilota di controllo tra il sistema di alimentazione e il veicolo elettrico con le seguenti funzioni:

- inserimento dei connettori;
- continuità del conduttore di protezione;
- funzione di controllo attiva.

Non è previsto esplicitamente alcun limite per la corrente nominale, ma di fatto esiste il limite imposto da prese e connettori attualmente disponibili.

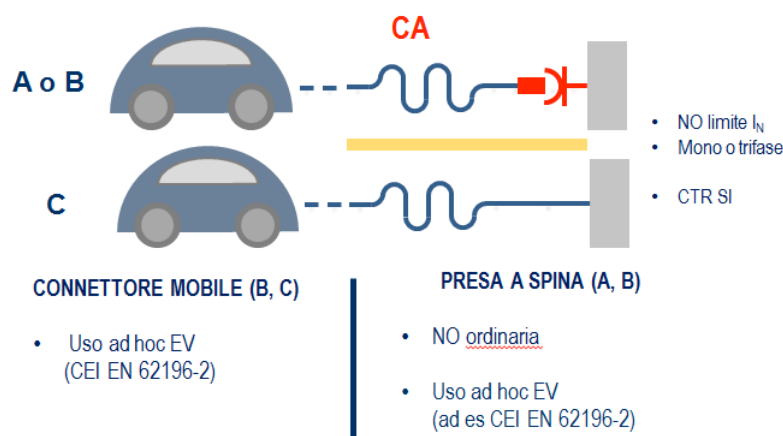


Figura 4: Modo di carica 3 (Norma CEI EN 61851-1)

Vantaggi e svantaggi del Modo 3 sono, in un certo senso, opposti ai Modi 1 e 2: la potenza per la carica è elevata e la sicurezza anche, ma ovviamente richiede punti di carica dedicati.

La premessa nazionale della Norma CEI EN 61851-1 indica «con riferimento ai Modi di carica in corrente alternata adottati in Italia... in ambiente aperto a terzi deve essere adottato il Modo di carica 3».

Modo 4

Il Modo di carica 4 è l'unico che prevede il collegamento indiretto del veicolo elettrico alla rete c.a. di alimentazione utilizzando un convertitore esterno e un conduttore pilota di controllo che si estende alle attrezzature permanentemente collegate alla rete.

Con il Modo di carica 4, la carica batterie non è più a bordo del veicolo, ma nella stazione di carica.

Non è previsto esplicitamente alcun limite per la corrente nominale, ma di fatto esiste il limite imposto da prese e connettori attualmente disponibili.

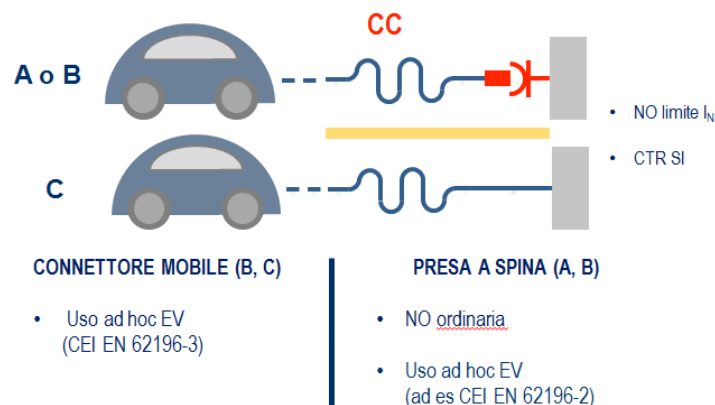


Figura 5: Modo di carica 4 (Norma CEI EN 61851-1)

La premessa nazionale della Norma CEI EN 61851-1 non riporta limitazioni di impiego in relazione all'accessibilità del luogo di installazione (aperto o meno a terzi).

Connettori, prese e spine per la carica

Attualmente sono normati (CEI EN 62196-2) 3 tipi principali di prese, spine e connettori specifici per la carica del veicolo elettrico in c.a., differenziate in funzione della corrente, della tensione nominale, del numero delle fasi e del numero dei contatti pilota, ovvero utilizzabili, con alcune restrizioni, per i Modi di carica 3, 2 e 1:

- 1) 250 V, 32 A, monofase, 2 contatti pilota (utilizzabile solo lato EV);
 - 2) 480 V, 63 A trifase, 70 A monofase, 2 contatti pilota;
 - 3) 250 V, 16 A, monofase, 1 contatti pilota;
- 250 V, 32 A, monofase, 2 contatti pilota;
480 V, 63 A, monofase o trifase, 2 contatti pilota.

A livello normativo internazionale sono, invece, ancora allo studio le caratteristiche dei connettori in c.c. (Modo 4, futura Norma IEC 62196-3).

In ragione del rischio di danneggiamento meccanico per urti causati dai veicoli in manovra, le prese a spina devono essere installate tra 50 e 150 cm da terra (Norma CEI 64-8).

L'interblocco è richiesto solo in assenza di potere d'interruzione ordinario ed ovviamente per il Tipo di connessione C è nelle responsabilità del costruttore del veicolo e non dell'installatore fisso (Norma CEI EN 61851-1).

Cavo flessibile di collegamento

Il cavo flessibile di collegamento del veicolo elettrico deve essere conforme alla Norma CEI 20-106: "Cavi elettrici con isolamento reticolato non propaganti la fiamma, con tensione nominale non superiore a 450/750 V, destinati alla ricarica dei veicoli elettrici".

Vale la pena di ricordare, però, che tale cavo ricade sotto la responsabilità del progettista e dell'installatore dell'impianto elettrico solo nel collegamento di tipo C, essendo in tutti gli altri casi più o meno direttamente parte dell'equipaggiamento elettrico del veicolo.

Coerentemente con la necessità di mantenere sotto controllo le caratteristiche (in primis, la portata) del collegamento, non è ammesso l'uso di prolunghe.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti delle stazioni di carica dei veicoli elettrici deve rispettare le prescrizioni generali e quelle particolari riportate nella sezione 722 della Norma CEI 64-8.

Se la protezione è affidata ad un interruttore differenziale, deve essere previsto un dispositivo per punto di carica almeno di Tipo A, se si tratta di un circuito monofase, viceversa di tipo B, se si tratta di un circuito trifase. È, infatti, noto che le protezioni differenziali di tipo A non sono sensibili alle correnti differenziali prodotte da tensioni generate da raddrizzatori polifase. Comprensibilmente, il tipo AC non è mai ammesso.

Un'alternativa è la separazione elettrica, prevedendo un trasformatore per punto di connessione.

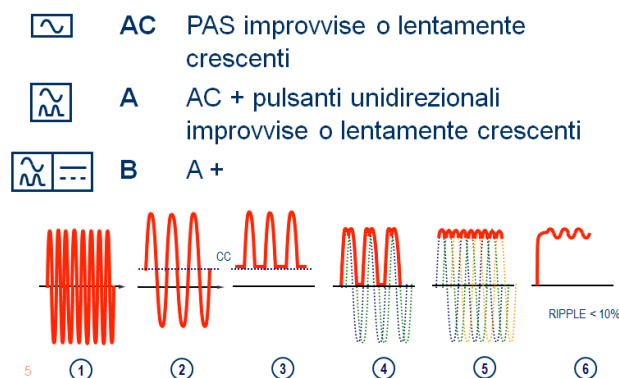


Figura 6: Tipi di differenziali e forme d'onda alle quali sono sensibili

Protezione contro le sovracorrenti

Ogni punto di connessione deve essere singolarmente protetto contro le sovracorrenti. Considerando che la Norma CEI 64-8 riporta esplicitamente che i coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione devono essere assunti pari ad 1, una linea che alimenta più di un punto di connessione può essere protetta a monte anche solo contro il cortocircuito, a meno che non vi siano altre prescrizioni che lo impediscano come, ad esempio, avviene nel caso dei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio.

Autori:

Angelo Baggini

angelo.baggini@unibg.it

Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Bergamo

Franco Bua
franco.bua@ecd.it
ECD Engineering Consulting and Design, Pavia