

ASSE I – RICERCA, INNOVAZIONE E SVILUPPO TECNOLOGICO del
PO FESR 2014-2020- Azione 1B.1.2.1

PROGETTO MOBAS 4.0

Mobilità sOstenibile in BASilicata 4.0

Work Package 2

**“SERVIZI E TECNOLOGIE PER IL POTENZIAMENTO
DELL’INFRASTRUTTURA A SUPPORTO DELLA MOBILITA’
SOSTENIBILE NEL TERRITORIO LUCANO”**

Deliverable 2.3

“STUDIO DI PROTOTIPO DI COLONNINA DI RICARICA”

Stato di avanzamento n. 2 dal 01/01/2023 al 31/12/2023

Data	Redazione a cura di:	Persona di contatto per il progetto:
31/05/2023	Consorzio TRAIN Altri partner: COING ed ENEA	Mario Zagaria COM SCPA E-mail: mario.zagaria@com-scpa.it telefono: 0972 460130

INTRODUZIONE	4
1. <u>INQUADRAMENTO GENERALE</u>	5
1.1 INFRASTRUTTURE E SISTEMI DI RICARICA: VULNERABILITÀ E CRITICITÀ.....	5
2. <u>ANALISI DEI SISTEMI DI RICARICA E SCENARIO NORMATIVO</u>	6
<u>NAZIONALE E REGIONALE</u>	6
<u>CARATTERIZZAZIONE DELLE SPECIFICHE TECNICHE DEI SISTEMI DI RICARICA IN AMBITO NAZIONALE E REGIONALE ED INQUADRAMENTO LEGISLATIVO</u>	6
2.1 INTRODUZIONE.....	6
2.2 SISTEMI DI RICARICA: SPECIFICHE TECNICHE DA EFFICIENTAMENTO INFRASTRUTTURALE DI RICARICA.....	6
2.3 INQUADRAMENTO NORMATIVO: NORMATIVA TECNICA	9
3 <u>SVILUPPO DI UN SISTEMA DI RICARICA EFFICIENTE E SOSTENIBILE</u>	16
<u>CRITERI TECNICI E PROGETTAZIONE</u>	16
3.1 PIANIFICAZIONE DI UN SISTEMA DI RICARICA EFFICIENTE: CRITERI GENERALI E <i>RATIO</i>	16
3.2 SCENARI PIANIFICATORI PER EFFICIENTI SERVIZI DI RICARICA.....	19
<i>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA</i>	19
3.3 <i>PROPOSTA DI INTERVENTO SU RETE INFRASTRUTTURALE INSISTENTE SUL TERRITORIO REGIONALE LUCANO A SCALA MUNICIPALE</i>	21
3.4 PROGETTAZIONE DELLA RETE INFRASTRUTTURALE DI RICARICA.....	36
4 <u>SERVIZI E SISTEMI DI RICARICA AVANZATI</u>	49
<u>TECNOLOGIA “VEHICLE-TO-GRID” (V2G)</u>	49
<u>ED ELETTRONICA DI CONTROLLO “PULSE WIDTH MODULATION” (PWM)</u>	49
4.1 TECNOLOGIA “VEHICLE-TO-GRID” (V2G) ED APPLICAZIONI	49
4.2 TECNOLOGIA “V2G”:.....	51
RICARICA INTELLIGENTE BIDIREZIONALE E PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE	51



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

4.3	QUADRO NORMATIVO E REGOLATORIO IN AMBITO NAZIONALE ED EUROPEO	57
4.4	ELETTRONICA DI CONTROLLO: <i>PULSE WIDTH MODULATION (PWM)</i>	67
5	<u>SICUREZZA</u>	69
	<u>SISTEMI DI PROTEZIONE PER LA RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI</u>	69
5.1	PRINCIPALI PRESCRIZIONI	69
5.2	PROTEZIONE DA SOVRATENSIONE PER LA RICARICA DI VEICOLI ELETTRICI	69
5.3	PROTEZIONE CONTRO LE SCOSSE ELETTRICHE	72
5.4	SCHEMI ELETTRICI DI RICARICA DI VEICOLI ELETTRICI	78
	79
5.5	PROTEZIONI CONTRO SOVRATENSIONI TRANSITORIE	81

Introduzione

Le attività definite in coordinamento con i partner di progetto risultano essere finalizzate alla progettazione di un servizio di ricarica atto a garantire efficienza in un'ottica di lungimiranza sia in termini di fruizione diretta dell'infrastruttura di ricarica sia in termini di risonanza e sviluppo del cosiddetto *Smart Charging Mobility* nel contesto regionale lucano.

L'analisi dei sistemi di ricarica ed annessa caratterizzazione posta in luce dello scenario normativo tecnico nazionale e regionale, includendovi altresì quello europeo, ha permesso di pianificare il potenziale sviluppo di un sistema di ricarica efficiente e sostenibile da destinare al territorio regionale lucano.

Focalizzata l'attenzione sui sistemi e i servizi di ricarica avanzati mediante l'applicazione della tecnologia "*Vehicle-to-Grid*" (V2G) ed annessa elettronica di controllo *Pulse Width Modulation* (PWM) ha consentito l'avanzamento verso una prospettiva volta a promuovere e facilitare il processo evolutivo della rete infrastrutturale di ricarica e connessi servizi erogabili nell'intorno strutturale e funzionale definito dalle *Smart Grid*, tramite l'integrazione dell'infrastruttura di ricarica stessa nel contesto delle succitate *Smart Grid*.

Il percorso evolutivo così definito si appresta a subire modulazioni ed implementazioni future, al fine di garantire un sempre costante, coerente ed armonico sviluppo della *e-mobility* in ambito regionale. Ciò permetterebbe di aderire e, conseguentemente, allinearsi al passo evolutivo, rispettandone andamento e modalità, in materia di mobilità elettrica già attivo in ambito nazionale ed europeo.

Il presente elaborato si struttura come segue:

- inquadramento generale – infrastrutture e sistemi di ricarica: vulnerabilità e criticità;
- *analisi dei sistemi di ricarica e scenario normativo nazionale e regionale*: caratterizzazione delle specifiche tecniche dei sistemi di ricarica in ambito nazionale e regionale ed inquadramento legislativo;
- *sviluppo di un sistema di ricarica efficiente e sostenibile*: criteri tecnici e progettazione;
- *servizi e sistemi di ricarica avanzati*: tecnologia "*Vehicle-to-Grid*" (V2G) ed elettronica di controllo "*Pulse Width Modulation*" (PWM);
- *sicurezza*: sistemi di protezione per la ricarica dei veicoli elettrici.

1. Inquadramento generale

1.1 Infrastrutture e sistemi di ricarica: vulnerabilità e criticità

Il corredo delle criticità e vulnerabilità relativo alla rete infrastrutturale di ricarica lucana registra, in primis, una totale assenza di dispositivi installati lungo la rete viaria autostradale, sebbene quest'ultima si articoli per soli 30 km sul territorio regionale. Tale *deficit* infrastrutturale comporta un forte rallentamento sia sul fronte logistico, sia su quello turistico e, quindi, di riflesso, economico, data l'ampia risonanza a vocazione turistica espressa dal territorio lucano.

La carenza di una omogeneità di diffusione della rete infrastrutturale di ricarica innesca, inevitabilmente, una tarda e difficoltosa capacità di penetrazione del sistema infrastrutturale per la flotta deputata alla mobilità elettrica. Ciò si colloca altresì nell'intorno specificamente rappresentato dal cosiddetto *range anxiety* dovuto allo stato ansiogeno manifestato dall'utente nel corso della pianificazione e programmazione di uno spostamento in modalità di *e-mobility*, poiché, in relazione alle esigenze logistiche, risulta evidente il *gap* dell'offerta infrastrutturale attuale sulla disponibilità di sistemi di ricarica atti a garantire una soluzione di ricarica rapida ed organicamente distribuita in prossimità di circoscrizioni territoriali ove esiste una adeguata significatività in termini di affluenza e, quindi, flussi di spostamento. Pertanto, il sito di installazione e relativa tipologia di ricarica, data dalla configurazione di sistema prescelto, risultano essere il fulcro – dalla duplice valenza – rilevante ai fini dell'efficientamento della infrastruttura stessa.

Collateralmente, lo scenario attuale in cui versa lo *status* delle infrastrutture di ricarica ed annessi veicoli elettrici si connota di ben definite problematiche sollevate dalle seguenti criticità afferenti agli elementi di seguito riportati:

- *incidenza del costo della batteria sul costo del veicolo elettrico;*
- *densità energetica, ossia volume e peso delle batterie, finalizzata ad immagazzinare un quantitativo di energia adeguato all'autonomia richiesta;*
- *tempo di ricarica;*
- *modalità di ricarica.*

L'analisi, dunque, dei fattori e/od elementi predisponenti il corredo delle vulnerabilità e criticità interessanti le infrastrutture di ricarica e gli annessi sistemi, costituisce strumento ed *incipit* imprescindibile al fine di garantire un'opera di progettazione non solo sostenibile ed innovativa, bensì proficua e rispondente a quelle che risultano essere le esigenze dell'utenza finale.

2. Analisi dei sistemi di ricarica e scenario normativo

nazionale e regionale:

caratterizzazione delle specifiche tecniche dei sistemi di ricarica in ambito nazionale e regionale ed inquadramento legislativo

2.1 Introduzione

L'articolazione dei sistemi di ricarica - caratterizzanti la rete infrastrutturale sia nazionale sia regionale - risulta dotata di specifiche tecniche in ottemperanza al quadro normativo vigente.

Al fine di garantire l'erogazione di un servizio di ricarica efficiente e soddisfacente finalizzato alla messa a punto di peculiarità e dinamiche atte all'espletamento di ogni operazione con elevata affidabilità e flessibilità, si rende necessario operare considerando sia il vasto ventaglio di esigenze del bacino d'utenza interessato e coinvolto sia le integrazioni nella rete infrastrutturale di strumenti votati al raggiungimento di specifici obiettivi consistenti nella promozione di mirati processi di sviluppo atti a coniugare gli aspetti inerenti alla infrastrutturazione con quelli relativi al contesto dell'*Internet of Things* (IoT), meglio definito in termini di *Internet of Energy*.

La necessità, dunque, di efficientare il servizio di ricarica offerto nel territorio regionale lucano, presuppone e prevede lo studio di un *prototipo* di colonnina di ricarica dotata di mirate specifiche tecniche predisposte all'utilizzo di un sistema di controllo deputato alla comunicazione universale tra la stazione ed il veicolo attraverso un circuito di tipo PWM (*Pulse Width Modulation*), standard applicabile su tutti i punti di ricarica.

2.2 Sistemi di ricarica: specifiche tecniche da efficientamento infrastrutturale di ricarica

I sistemi di ricarica devono rispondere a determinate finalità e specifiche tecniche in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di infrastruttura di ricarica in ambito pubblico e privato ed annessi e connessi. Al fine, pertanto, di conferire sempre maggiore efficacia e diffusività all'adozione e conseguente installazione delle infrastrutture di ricarica, si rende necessario, di seguito, riportare specifiche tecniche e relativo scenario normativo caratterizzante il sistema di ricarica più idoneo alle caratteristiche riguardanti sito di installazione, modalità ed utenza destinataria.

In relazione, dunque, alle principali caratteristiche di un sistema di ricarica per veicoli elettrici, costituisce strumento utile e proficuo il riferimento al sistema denominato EVCS – *Electric Vehicle Charging System*. Secondo la definizione della norma tecnica di riferimento, ovvero la **CEI EN 61851-1:2019** (corrispondente alla **IEC 61851-1:2017**) "*Sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici – Requisiti generali*", un sistema di ricarica è l'insieme degli apparati (ad es. stazione, cavi) e delle funzioni necessarie per fornire energia

per la ricarica di un veicolo elettrico (EV).

In particolare, la stazione di ricarica costituisce la parte fissa del sistema.

La norma stabilisce le regole per la ricarica conduttiva dei veicoli elettrici, classificando – *inter alia* – le modalità di connessione alla rete di alimentazione e definendo i possibili modi di ricarica.

2.2.1 Modalità di connessione

Per quanto concerne l'aspetto relativo alle modalità di connessione per la carica dei veicoli elettrici, in funzione dell'allacciamento "*cavo di alimentazione – veicolo*", si possono distinguere tre casi, quali:

1. **Caso A:** il cavo di alimentazione è collegato stabilmente al veicolo;
2. **Caso B:** il cavo è scollegato sia dal veicolo che dalla stazione di ricarica;
3. **Caso C:** il cavo è collegato permanentemente alla stazione di ricarica.

2.2.2 Modi di ricarica

La norma tecnica di riferimento descrive *quattro differenti modi di carica*, in funzione del regime della corrente (CA (corrente alternata), CC (corrente continua)), della potenza massima, della tipologia di connettore e delle caratteristiche dell'eventuale comunicazione/controllo tra il veicolo e la stazione di carica. I primi tre *modi* si riferiscono alla carica in corrente alternata; il modo 4 è riservato, invece, alla corrente continua. Di seguito, si riportano le relative descrizioni.

- **Modo 1:** la ricarica di *Modo 1* consiste nel collegamento diretto del veicolo alla rete di alimentazione, attraverso normali prese e spine per uso domestico o industriale, per correnti fino a 16 A. Tuttavia, va tenuto presente che le prese e le spine per uso domestico e similare possono non essere progettate per un uso continuo alla massima corrente nominale e possono essere soggette a regolamentazioni nazionali che ne limitano l'assorbimento/erogazione di corrente, nonché a norme specifiche per la fornitura di energia ad un veicolo elettrico. Di fatto, il Modo 1 non viene utilizzato per le auto elettriche ma è diffuso per scooter e motociclette per i quali la corrente massima di carica solitamente non supera i 10 A. Per l'utilizzo in sicurezza di un punto di ricarica di Modo 1 è richiesto che l'impianto sia protetto tramite un interruttore differenziale da 30 mA, di tipo A.
- **Modo 2:** anche la ricarica *Modo 2* richiede il collegamento con prese e spine domestiche (per le quali valgono, anche in questo caso, le considerazioni di cui precedente punto circa la limitazione, nella prassi, a 10 A) o industriali conformi alle norme CEI, ma per corrente nominale fino a 32 A.
- Sul cavo di alimentazione tra il veicolo e la stazione di ricarica è presente, a meno di 30 cm dalla spina, un dispositivo (*Control Box*) che controlla il processo di ricarica e garantisce la sicurezza delle operazioni (integra un interruttore differenziale da 30 mA).
- **Modo 3:** La ricarica di *Modo 3* presuppone il collegamento del veicolo a prese di corrente o connettori in corrente alternata (monofase/ trifase) specifici per la ricarica dei veicoli elettrici, dotati di

opportuni contatti di controllo, installati in modo fisso. Si tratta in sostanza delle stazioni di ricarica fisse in corrente alternata, che incorporano le funzioni di controllo e protezione.

La potenza massima dipende dal veicolo e raggiunge su alcuni modelli 22 kW (anche oltre su un numero limitato di veicoli). Le prese e le spine adottate per il modo 3 sono quelle previste dalla Norma **CEI EN 62196-2**, come di seguito riportato:

- **tipo 1:** di derivazione americana/giapponese, provvisto di 5 contatti (L1 + N + PE) e 2 contatti pilota, per correnti fino a 32 A;
- **tipo 2:** prevalentemente utilizzato in Europa allo scopo di ottenere l'interoperabilità delle stazioni di ricarica, è provvisto di 7 contatti (L1+L2+L3+N+PE) e 2 contatti pilota. Può essere utilizzato in regime sia monofase che trifase per correnti fino a 63 A;
- **tipo 3A:** utilizzato per la ricarica di *scooter* elettrici, quadricicli. Si tratta di un *connettore monofase* più un contatto pilota, utilizzato per correnti fino a 16 A.
- **Modo 4:** La ricarica *Modo 4* consiste nel collegamento del veicolo a connettori in corrente continua specifici per la ricarica dei veicoli elettrici. Si tratta delle stazioni di ricarica in corrente continua che incorporano, oltre alle funzioni pilota di controllo e di protezione, il caricabatteria che raddrizza e regola la corrente di ricarica direttamente erogata alle batterie del veicolo. Con il modo di carica 4 il carica batterie non risulta essere più a bordo del veicolo, ma nella stazione di carica. Il *modo 4* è destinato soprattutto alla *ricarica veloce* oltre 22 kW e la potenza massima può raggiungere, su alcuni veicoli, i 350 kW.

Nel modo 4, inoltre, rientrano i sistemi di connessione automatica (pantografi) in corrente continua usati per la ricarica veloce dei bus sino a 600 kW. Lo standard di connessione adottato in Europa è il *CCS Combo 2* (secondo la Norma CEI EN 62196-3). È costituito da una parte AC per la ricarica di modo 3 e una parte CC per la ricarica di modo 4. È ancora molto diffuso anche lo standard *CHAdeMO* di origine giapponese, con massima potenza utilizzabile 50 kW.

Inoltre, si segnala che è attualmente allo studio una modalità di ricarica a induzione (wireless): sul fondo del veicolo viene collocata una bobina che funge da ricevitore e converte in energia elettrica il campo magnetico generato da bobine percorse da corrente elettrica inserite nella pavimentazione o nel manto stradale. La ricarica può avvenire mentre il veicolo è in movimento o staziona in particolari aree di parcheggio o addirittura mentre è fermo al semaforo.

Esperimenti sul presente metodo di ricarica sono attualmente in corso in diversi Paesi europei, in Cina ed in Israele. Anche l'Italia sarà teatro di una sperimentazione che vedrà coinvolta l'autostrada A35 (c.d. "BreBeMi"), dove sarà realizzata un'infrastruttura di ricarica induttiva e dinamica della lunghezza di circa 1 km.

In tabella 1 sono, infine, riepilogate le principali caratteristiche relative ai diversi *modi di ricarica*.

Tabella 1. Modi di ricarica e relative caratteristiche tecniche

Modo	Connettore	Corrente (A)	Potenza (kW)	Ricarica	Tempo di ricarica	Location
1	Shuko/Industriale	Max: 16	3-7	Slow	6-8 h	Residenziale
2	Shuko/Industriale	Max: 32	3-7	Slow	4-8 h	Residenziale Industriale
3	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3A	Max: 63	3-22	Slow Quick Fast	6÷8 h 1÷2 h 20÷30 min	Residenziale Industriale Pubblico
4	CCS Combo CHAdEMO	80-200	>22	Fast	15 min	Industriale Pubblico

2.3 Inquadramento normativo: normativa tecnica

- Norme tecniche relative alla ricarica, all'infrastruttura di ricarica e alle batterie dei veicoli elettrici.

In tale sezione sono analizzate le norme tecniche relative ai sistemi di ricarica, stazioni di ricarica ed ai principali componenti di un veicolo elettrico. Esse si riferiscono a norme emanate da organizzazioni internazionali, quali:

- IEC - *International Electrotechnical Commission*;
- ISO - *International Organization for Standardization*;
- IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*;
- ASTM International - *American Society for Testing and Materials International*;
- SAE International - *Society of Automotive Engineers International*.

Tra le organizzazioni nazionali si annoverano le seguenti:

- UL - *Underwriters Laboratories* (Stati Uniti);
- JIS - *Japanese Industrial Standards*;
- CEI - *Comitato Elettrotecnico Italiano*.

Per quanto la mobilità elettrica in Italia non abbia ancora raggiunto la diffusione già attualmente in auge negli altri Paesi Europei, in realtà, il quadro normativo risulta essere già delineato e molto chiaro, sia per quanto riguarda il modo in cui le stazioni di ricarica devono essere realizzate, sia per quanto concerne la loro gestione e le modalità di offerta del servizio di ricarica al pubblico.

Di seguito i riferimenti normativi salienti:

- **DIRETTIVA 2014/94/UE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi (meglio conosciuta come **Direttiva AFID - Alternative Fuels Infrastructure Directive**)

- **Legge n. 134 del 7 agosto 2012**, Art. 17 *septies*, comma 1 (meglio conosciuta come PNIRE - *Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica*), che costituisce un insieme di linee guida promosse dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti finalizzate a orientare lo sviluppo della mobilità elettrica in Italia.

Il primo documento, quale **Direttiva 2014/94/UE** - meglio conosciuta come **Direttiva AFID o DAFI** -, contiene i requisiti che devono essere obbligatoriamente rispettati per lo sviluppo dell'infrastruttura a servizio dei *combustibili alternativi* (tra i quali l'elettrico è al primo posto).

Tale Direttiva è stata recepita in Italia con Decreto Legislativo 16 dicembre 2016, n. 257 con data di entrata in vigore 14 gennaio 2017. È attualmente in discussione la sua trasformazione in regolamento europeo (AFIR – *Alternative Fuel Infrastructure Regulation*) che, stante appunto la sua natura di regolamento, potrebbe introdurre *target* immediatamente vincolanti. L'attuale bozza, ad esempio, vincolerebbe ogni Stato Membro ad installare, per quanto riguarda i veicoli leggeri:

- almeno 1 kW per ogni veicolo elettrico e 0,66 kW per ogni veicolo ibrido registrato sul territorio, ogni anno;
- entro il 2025, sulla rete autostradale, almeno 300 kW di potenza di ricarica ogni 60 km, con almeno un punto da 150 kW;
- entro il 2030, sulla rete delle superstrade e strade extraurbane principali, almeno 300 kW di potenza di ricarica ogni 60 km, con almeno un punto da 150 kW.

Il secondo documento (**PNIRE**) è un insieme di *linee guida* promosse dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti finalizzate a orientare lo sviluppo della mobilità elettrica in Italia ¹.

Nel merito, si ritiene opportuno citare anche il PNRR, la cui ultima versione promuove lo sviluppo della mobilità elettrica con 750 milioni di euro di fondi per l'installazione di 21.400 punti di ricarica veloce ed ultraveloce (quindi con potenze tra i 50 e i 350 kW) entro la fine del 2025.

Nel dettaglio, all'interno della *Missione 2 della Componente 2* (Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile) del PNRR si fa riferimento a 7.500 punti di ricarica in ambito extraurbano e 13.755 in

¹ Da tali documenti derivano in particolare le definizioni di punti di ricarica e di stazioni di ricarica ad accesso pubblico. La legislazione pone infatti l'accento su punti di ricarica accessibile al pubblico (ovvero "un punto di ricarica o di rifornimento per la fornitura di combustibile alternativo che garantisce, a livello di Unione, un accesso non discriminatorio a tutti gli utenti. L'accesso non discriminatorio può comprendere condizioni diverse di autenticazione, uso e pagamento"), con la finalità di assicurare lo sviluppo di una infrastruttura interoperabile e facilmente accessibile. La normativa non fa alcuna distinzione fra «punti di ricarica privati aperti al pubblico» (intesi come installazioni eseguite da soggetti privati su suolo privato) e «punti di ricarica pubblici» (intesi come installazioni eseguite su suolo pubblico da Enti Pubblici o soggetti privati).

centri urbani, oltre a 100 stazioni sperimentali con tecnologie per lo stoccaggio dell'energia.

Il D.L. Semplificazioni (D.L. 77/2021 – Governance del PNRR e semplificazioni).

In particolare, per quanto riguarda le sue implicazioni circa i temi autorizzativi per l'installazione di infrastrutture di ricarica ad accesso pubblico, espleta le seguenti funzioni:

- **chiarisce** che l'installazione delle infrastrutture di ricarica ad accesso pubblico non è soggetta al rilascio del permesso di costruire ed è considerata attività di edilizia libera, con abrogazione dell'obbligo di SCIA e di qualsiasi altro permesso alternativo;
 - **permette** il rilascio di un unico provvedimento autorizzativo di manomissione del suolo che coinvolga sia i lavori per l'installazione delle infrastrutture di ricarica su suolo pubblico, sia le relative opere di connessione alla rete di distribuzione. Questo consente che tutte le pratiche possano procedere in parallelo, una volta concordati gli interventi tra ente pubblico ed i soggetti interessati (operatore della ricarica e gestore della rete di distribuzione);
 - **riduce** a 30 giorni il termine massimo entro il quale il Comune deve rilasciare l'autorizzazione.
- **SINFI, Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture:**

il Catasto delle infrastrutture

La cosiddetta "*colonnina di ricarica*" è un dispositivo fisico dotato di *elettricità* e di *connettività* di rete ed è in grado di diventare un punto di connessione della rete 5G.

Ciò comporta l'osservanza di un obbligo relativo alla registrazione di tale infrastruttura in un pubblico registro, quale il **SINFI, Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture**, noto anche come *Catasto delle Infrastrutture*.

Pertanto, una infrastruttura - destinata al servizio di distribuzione di elettricità (come l'impianto di ricarica di veicoli elettrici) -, ospita altri elementi di una rete pubblica di comunicazioni elettroniche. In ottemperanza alla regolamentazione di tale dispositivo ed annessa gestione, si fa riferimento specificamente al **Decreto 11 maggio 2016 del Ministero dello Sviluppo Economico** (GU n. 139 del 16 giugno 2016), rendendo accessibili tutte le informazioni inerenti all'infrastruttura elettrica afferenti al *sistema informativo SINFI*.

L'adozione su larga scala della mobilità elettrica non può prescindere dal considerare l'ampio ventaglio costituito dagli aspetti legati alla sicurezza per gli utilizzatori e alla qualità del servizio, in termini di *prestazioni* e di *interoperabilità*. A tal fine, risulta di fondamentale importanza annoverare gli strumenti normativi e certificativi resi disponibili per la valutazione di conformità allo stato dell'arte. Al fine di orientarsi nel quadro tecnico di riferimento, nel seguito si fornisce innanzitutto una panoramica delle principali norme tecniche, armonizzate ai sensi delle direttive/regolamenti applicabili, raggruppate secondo i principali ambiti di valutazione della conformità di prodotto.

2.3.1 Norme di sicurezza elettrica (direttiva 2014/35/UE “Bassa Tensione”)

Per la stazione di ricarica in AC:

- **CEI EN 61851-1:2019** (corrispondente alla IEC 61851-1:2017)
“Sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici – Requisiti generali”.

Per la stazione di ricarica in CC:

- **CEI EN 61851-23:2015** (corrispondente alla IEC 61851-23:2014):
sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici – Parte 23: Stazioni di ricarica in CC;
- **CEI EN 61851-24:2015** (corrispondente alla IEC 61851-24:2014):
sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici – Parte 24: Comunicazione digitale tra una stazione di ricarica CC e un veicolo elettrico per il controllo della carica CC.

Per le connessioni:

- **serie CEI EN 62196: spine, prese, connettori per veicoli e prese per veicoli**
Ricarica conduttiva di veicoli elettrici.

Per altri componenti:

- **CEI EN 61008-1: interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari – Parte 1: Prescrizioni generali;**
- **CEI EN 61009-1: interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari – Parte 1: Prescrizioni generali;**
- **CEI EN IEC 61439-7: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 7: Quadri per applicazioni specifiche quali porti turistici, campeggi, mercati, stazioni di ricarica di veicoli elettrici.**

2.3.2 Norme di compatibilità magnetica (direttiva 2014/30/UE “EMC”)

I componenti elettronici delle colonnine di ricarica devono essere immuni ai campi elettromagnetici presenti nell’ambiente nel quale sono installate e non devono, a loro volta, costituire causa di perturbazione per l’ambiente esterno. Di seguito, si riportano le norme utilizzate:

- **CEI EN IEC 61851-21-1:2018** (corrispondente alla IEC 61851-21-1:2017): **sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici** – Parte 21-1: *Requisiti EMC del caricabatteria a bordo del veicolo per la connessione conduttiva ad un'alimentazione in c.a./c.c.*;
- **CEI EN IEC 61851-21-2:2022** (corrispondente alla IEC 61851-21-2:2018): **sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici** – Parte 21-2: *Requisiti del veicolo elettrico per il collegamento conduttivo ad una alimentazione c.a./c.c. – Requisiti di compatibilità elettromagnetica per sistemi di ricarica fuori bordo per veicoli elettrici.*

2.3.3 Norme degli strumenti di misura (direttiva 2014/30/UE “MID”)

Le stazioni di ricarica, in generale, sono dotate di uno o più misuratori di energia per la contabilizzazione del consumo energetico. Il *misuratore deve essere conforme alle norme della serie EN 50470*, armonizzate ai sensi della direttiva MID.

2.3.4 Norme dei dispositivi a RF (direttiva 2014/53/UE “RED”)

La possibilità di utilizzare metodi di pagamento elettronici, le interfacce presenti nelle apparecchiature di ricarica per la gestione del collegamento con l'utente e il fornitore del servizio, fanno rientrare la stazioni di ricarica nella direttiva *Radio Equipment (RED)*: tramite l'applicazione delle norme sotto riportate si verifica l'occupazione efficace ed efficiente dello spettro radio:

- Requisito 3.1a (*Health*): **CEI EN 62311**;
- Requisito 3.1b (EMC): **ETSI EN 301 489-17** (BT);
- Requisito 3.1b (EMC): **ETSI EN 301 489-3** (RFID);
- Requisito 3.1b (EMC): **ETSI EN 301 489-52** (GSM/UMTS/LTE);
- Requisito 3.2 (Radio): **ETSI EN 300 328** (BT);
- Requisito 3.2 (Radio): **ETSI EN 300 330** (RFID);
- Requisito 3.2 (Radio): **ETSI EN 301 908-1** (UMTS/LTE);
- Requisito 3.2 (Radio): **ETSI EN 301 511** (GSM);
- Requisito 3.2 (Radio): **ETSI EN 300 220** (*Short Range Device*).

2.3.5 Sicurezza funzionale

Per le stazioni di ricarica in CC si applicano anche requisiti di sicurezza funzionale secondo le **norme della serie CEI EN 61508: Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per applicazioni di sicurezza.**

2.4 Classificazione dei modi di ricarica dei veicoli elettrici in contesto normativo tecnico

Come si evince dalla tabella di seguito riportata (cfr. tab. 2), l'equipaggiamento di alimentazione del veicolo elettrico è classificato dalla Norma CEI EN IEC 61851-1 in 4 tipologie (tabella) che si distinguono in funzione dei seguenti parametri ed annesse specifiche:

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

Il *modo di carica* influenza, tra l'altro, il tipo di presa fissa o connettore mobile che è possibile impiegare (uso comune o specifico) e la tipologia di interruttore differenziale da utilizzare.

Occorre sottolineare che i *Modi 3 e 4* di carica dei veicoli elettrici, definiti nella Norma CEI EN 61851-1, richiedono un'alimentazione dedicata e un'apparecchiatura di carica che incorpori i circuiti di controllo e di comunicazione.

I *Modi 1 e 2*, definiti sempre nella Norma CEI EN 61851-1, possono essere realizzati collegando un veicolo elettrico alle prese fisse dell'alimentazione di rete. In Italia, i *Modi 1 e 2* di carica sono ammessi esclusivamente in ambiti strettamente privati non accessibili a terzi (non pubblici) e sono vietati nelle autorimesse soggette al controllo dei VVF.

A proposito dei *Modi 1 e 2* vale la pena di evidenziare che, oltre ai divieti d'uso già citati, occorre tenere presente i limiti di prestazione delle prese a spina, definiti dalle norme tecniche di prodotto.

La Norma CEI EN 61851-1 precisa, infatti, che le *prese a spina standard*, normalmente impiegate per uso domestico o industriale, potrebbero non essere progettate per un uso prolungato o continuo alle correnti nominali e che potrebbero essere soggette a regole tecniche nazionali specifiche per l'impiego come *punti di connessione* per la carica di un veicolo elettrico.

Tabella 2. *Classificazione dei Modi di carica dei veicoli elettrici secondo la Norma CEI EN 61815-1.*

Modo	Regime (CA/CC)	Corrente e tensione max [A, V]	Comunicazione e controllo	Tipologia di presa (Norma di riferimento)	Tipo di connettore
Modo 1 (*)	CA monofase	≤ 16 A, 230 V	Nessuno	CEI 23-50 CEI EN 60309-2 Conformi ad altre Norme IEC	-
	CA trifase	≤ 16 A, 480 V			
Modo 2 (*)	CA monofase	≤ 32 A, 230 V	Si	CEI 23-50 CEI EN 60309-2 Conformi ad altre Norme IEC	-
	CA trifase	≤ 32 A, 480 V			
Modo 3	CA	CEI EN 62196-2	Si	Conformi alla CEI EN 62196-2	CEI EN 62196-2
Modo 4	CC	CEI EN 62196-3	Si	Conformi alla CEI EN 62196-3	CEI EN 62196-3
Note	(*) : per quanto concerne il caso dei <i>modi di carica 1 e 2</i> , si rende necessario verificare la compatibilità delle prestazioni delle prese e delle spine con la corrente e tensione max e la durata del ciclo di carica.				

3 Sviluppo di un sistema di ricarica efficiente e sostenibile: *criteri tecnici e progettazione*

3.1 Pianificazione di un sistema di ricarica efficiente: criteri generali e *ratio*

In virtù del quadro programmatico-progettuale ed annesso scenario di riferimento, si rende noto che il Piano Regionale Trasporti (PRT) riconosce al *sistema multimodale* del TPRL il ruolo elemento ordinatore delle politiche regionali in materia di *mobilità sostenibile*.

Al fine di definire il corredo dei criteri generali in materia di pianificazione delle infrastrutture di ricarica atte ad approvvigionare la flotta veicolare elettrica circolante nel territorio regionale lucano, è opportuno far riferimento all'elaborato progettuale richiamante l'attività di ricerca industriale afferente al presente Progetto MOBAS 4.0 (A.R. 2.1), considerando, altresì, le linee di indirizzo riportate nel Piano Nazionale Infrastrutturale di Ricarica Elettrica (PNIRE).

Pertanto, allo scopo di condurre una corretta e meticolosa attività pianificatoria dei servizi di ricarica, è necessario tener conto di diversi fattori, tra cui, il principale consiste nella domanda di ricarica da parte dell'utenza finale.

Poiché il processo di ricarica, in termini operativi, è connesso a tre elementi principali, quali:

- il *tempo di stazionamento* a disposizione;
- la *capacità della batteria* del veicolo;
- lo *stato di carica* del veicolo elettrico,

si è riscontrata la necessità di modulare, in maniera congrua e coerente, i suddetti parametri, allo scopo di garantire un sempre efficiente e disponibile servizio di ricarica avanzato ed innovativo, al passo con le esigenze dell'utenza e della configurazione infrastrutturale viaria e di ricarica stessa.

Ciò premesso, il criterio tecnico generale da perseguire per una corretta integrazione della flotta veicolare elettrica nel contesto delle *smart city* in un regime teso allo sviluppo di *smart grid*, consiste nello sviluppo di una infrastruttura predisposta per la gestione ed il controllo dei flussi bidirezionali tra i veicoli e la rete, utilizzando le stazioni di ricarica come interfaccia comune tra gli accumulatori della flotta dei veicoli elettrici e la rete di distribuzione di energia elettrica.

Ad oggi, però, in relazione ad una siffatta configurazione potenziale, si evidenzia un *elemento di criticità* assai significativo: le diverse configurazioni di sistemi di ricarica di bordo proposte dalle case automobilistiche non consentono ancora il raggiungimento di una *configurazione standardizzata* di sistema bidirezionale di ricarica dei veicoli elettrici. Pertanto, la presente attività pianificatoria e di progettazione verterà sullo sviluppo progettuale di un servizio di ricarica tale da garantire un significativo slancio sia in termini infrastrutturali sia logistico-transportistici, al fine di contribuire ad un risvolto evolutivo coerente con lo scenario di *e-mobility* vigente in contesto europeo ed internazionale, in ottemperanza alle esigenze e peculiarità territoriali, strutturali, socio-economiche e legislative vigenti.

Ai fini pianificatori e progettuali, si ritiene opportuno evidenziare che, definito un consumo medio per percorrenza chilometrica di veicoli elettrici pari a circa 180 Wh/km, sulla base dei seguenti parametri, quali:

- tempo di ricarica;
- potenza della connessione della stazione di ricarica;
- efficienze medie del processo di ricarica;

è possibile determinare la distanza chilometrica integrabile al veicolo elettrico durante uno stazionamento orario.

In tabella 3, si riporta un prospetto rappresentativo dell'integrazione chilometrica conseguibile dal veicolo per i differenti valori di potenza nominale della stazione di ricarica. Tale prospetto permette altresì di valutare, a seconda della capacità della batteria del veicolo e del suo stato di carica, i tempi necessari per una completa ricarica.

Tabella 3. Prospetto rappresentativo circa l'autonomia chilometrica integrabile per ora di ricarica in relazione alle diverse classi e potenza nominale di ricarica.

Potenza nominale [kW]	Quick charging [km/ora di ricarica]	Fast charging [km/ora di ricarica]
22	110	
40		220
50		250

Al fine, dunque, di individuare e, conseguentemente, tracciare una configurazione in materia di utilizzo delle infrastrutture di ricarica, si è proceduto all'analisi delle specifiche tecniche infrastrutturali di ricarica, focalizzando altresì l'attenzione sulla segmentazione della domanda di ricarica per diversi *cluster* di mobilità, in riferimento all'anno 2021. Dette analisi hanno condotto all'individuazione di una configurazione di tipo *piramidale* (Fig. 1) concernente la distribuzione degli ambiti in cui è possibile provvedere al rifornimento della flotta veicolare elettrica.

Gli *ambiti* designati come funzionali a tale fine risultano essere i seguenti:

- ambito domestico - *home*;
- ambito lavorativo - *work*;
- ambito eterogeneo: attività commerciali, servizi, etc - *services*.

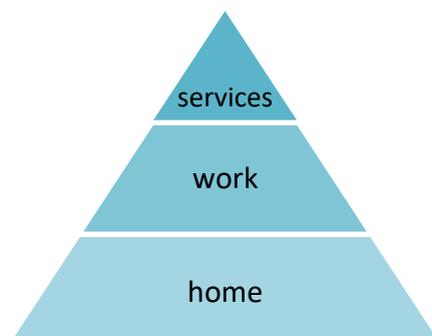


Figura 1. Configurazione di tipo piramidale relativa alla distribuzione degli ambiti funzionali alle operazioni di ricarica della flotta veicolare elettrica territoriale.

Conferendo maggiore dettaglio e specificità alla segmentazione della domanda di ricarica in relazione ai diversi *cluster* di mobilità (anno di riferimento: 2021), si ritiene opportuno evidenziare quanto di seguito riportato in forma tabellare (cfr. tab. 4).

Tabella 4. Prospetto rappresentativo della segmentazione della domanda di ricarica in relazione ai differenti cluster di mobilità (anno di riferimento: 2021).

Anno di riferimento 2021	Mobilità urbana	Mobilità extraurbana di medio raggio (≤ 50 km)	Mobilità extraurbana di lungo raggio (> 50 km)
Peso del cluster			
% spostamenti sul totale	70.6	27.4	2.0
% passeggeri/km	31.7	47.8	20.5
Motivazioni (% spostamenti)			
Attività lavorativa e studio	30.4	49.6	53.1
Gestione familiare	35.8	23.4	11.7
Tempo libero	33.8	27.0	35.2
Distribuzione oraria (% spostamenti)			
Fascia oraria di punta: (07:00-09:00 / 17:00-19:00)	36.2	40.0	39.9
Fascia oraria di morbida: (altri orari)	63.8	60.0	60.1
Sistematicità (% spostamenti)			
Spostamenti regolari (3-4 volte/settimana)	60.8	56.6	30.8
Spostamenti occasionali (3-4 volte/settimana)	39.2	43.4	69.2
Ripartizione modale (% spostamenti)			
Moto	3.7	2.7	1.9
Auto (e altri mezzi privati)	53.6	87.0	79.8
Mezzi di trasporto pubblico e <i>sharing mobility</i>	5.6	8.3	18.3
<i>Tasso di mobilità sostenibile</i>	42.7	10.3	18.3

Il prospetto riportato nella tabella sovrastante (tab. 4), fotografa i *cluster* di mobilità urbana ed extraurbana – di medio e lungo raggio (fino a 50 km ed oltre 50 km) – per sistematicità degli spostamenti, ripartizione modale, distribuzione oraria e ragioni d’ambito (motivazioni).

I valori – espressi in percentuale – riflettono una maggiore incidenza della mobilità urbana ed extraurbana (medio e lungo raggio), in relazione agli spostamenti della flotta veicolare privata: registrando valori pari al 54% circa, all’87% e a circa l’80%, rispettivamente.

Un incoraggiante *status* si osserva nel contesto del trasporto pubblico e dello *sharing mobility* nell'ambito della mobilità extraurbana di lungo raggio (18.3%).

La segmentazione soprariportata ha permesso, inoltre, di attingere proficue informazioni circa le ragioni e le distribuzioni orarie inerenti alla mobilità urbana ed extraurbana, con un altrettanto utile focus sulla sistematicità degli spostamenti (regolari/occasionali) spalmati su un intervallo temporale settimanale.

Ciò ha, conseguentemente, reso fattibile delineare e definire tre differenti scenari finalizzati ad offrire e garantire un servizio di ricarica coerente con quanto emerso dalla suddetta segmentazione, in ottemperanza al quadro normativo e regolatorio vigente.

3.2 Scenari pianificatori per efficienti servizi di ricarica:

criteri di dimensionamento di massima

3.2.1 Scenario 1: sosta prolungata

Tale scenario prevederebbe che le infrastrutture di ricarica ed annessi sistemi vengano installati in apposite aree dedicate ai parcheggi presso il luogo di lavoro o presso le aree residenziali.

Tali strutture potrebbero essere installate in aree pubbliche o private. In particolare, nel caso in cui le strutture di ricarica insistessero in aree pubbliche, esse sarebbero installate nei pressi di aree destinate ai parcheggi ad accesso pubblico occupati/occupabili dai veicoli elettrici durante le ore diurne e/o notturne per sosta prolungata. In tal caso, le stazioni potrebbero presentare una potenza nominale di ricarica compresa tra 3 e 7 kW, rientrando così nella classificazione di ricarica cosiddetta *slow-quick charging*.

3.2.1.1 Criterio progettuale: scenario 1

Il criterio progettuale indicato dal PNIRE per il dimensionamento di massima del numero di unità di ricarica di tale tipologia consiste nel far riferimento alle stime sul numero di veicoli elettrici circolanti nel 2020.

Nella fattispecie, si è ritenuto opportuno procedere alla considerazione del parco veicolare elettrico circolante al 2022, al fine di rendere un dimensionamento più coerente e realistico.

Procedendo, si indica che, ai fini del dimensionamento della rete, debba essere ipotizzato un numero di punti di ricarica pari ad 1 per ogni 5 veicoli (con un rapporto pari a 1:5). Ipotizzando, dunque, che ogni punto di ricarica possa servire 1-2 veicoli al giorno, la disponibilità di punti di accesso consente una ricarica completa di ciascun veicolo almeno una volta ogni due giorni e mezzo.

3.2.2 Scenario 2: sosta breve

Tale scenario è stato concepito e sviluppato riferendosi alle forme di mobilità caratteristiche del trasporto merci o relativo alle aree commerciali. Si caratterizza per soste di durata breve, specificamente nell'ordine compreso tra 30 e 120 minuti.

In tal caso, lo stazionamento risulta essere sufficiente per l'esecuzione di una operazione di ricarica che consenta di integrare l'autonomia del veicolo. Tale tipologia di ricarica è destinata a soddisfare le cosiddette esigenze di ricarica secondaria che consentono chilometraggio supplementare del veicolo durante il giorno ed una maggiore flessibilità per l'utenza finale.

In tal caso, le stazioni potrebbero essere caratterizzate da una potenza nominale di ricarica compresa tra 7 e 22 kW, rientrando così nella classificazione di ricarica cosiddetta *Quick Charging*.

L'autonomia integrabile è funzione sia della potenza sia dalla capacità e stato di ricarica del veicolo, ed è compresa in una fascia tra 20 km e 200 km.

3.2.2.1 Criterio progettuale: *scenario 2*

In riferimento al criterio indicato dal PNIRE per il dimensionamento di massima del numero di unità di ricarica di tale tipologia, si ritiene opportuno procedere facendo riferimento alle stime sul numero di veicoli elettrici circolanti nel 2020 (dato aggiornato al 2022). In particolare, si indica che, per il dimensionamento della rete, debba essere ipotizzato un punto di ricarica ogni 10 veicoli circolanti (con un rapporto pari a 1:10). Ipotizzando, dunque, che ogni punto di ricarica possa servire 2-6 veicoli a cadenza giornaliera, tale disponibilità di punti di accesso al servizio di ricarica consentirebbe, almeno in linea teorica, di garantire una ricarica breve per ciascun veicolo ogni due giorni.

3.2.3 Scenario 3: *fermata per ricarica*

Tale scenario potrebbe svilupparsi riferendosi ad una configurazione equipollente alle stazioni di rifornimento. In tal caso, l'infrastruttura di ricarica avrebbe lo scopo di realizzare una ricarica completa nel minor tempo possibile e, pertanto, sarebbe caratterizzata da livelli di potenza particolarmente elevati e, come richiesto dall'attività di ricerca industriale relativa al presente Progetto MOBAS 4.0, realizzata in regime di corrente continua (CC). Afferiscono a tale tipologia di struttura specifiche categorie di mezzi, il cui utilizzo risulta essere particolarmente intenso e le percorrenze giornaliere sono rilevanti (taxi, veicoli commerciali per uso urbano). Tali infrastrutture, altresì, risultano *strategiche* per l'estensione del raggio di mobilità dei veicoli elettrici

3.2.3.1 Criterio progettuale: *scenario 3*

In riferimento al criterio indicato dal PNIRE per il dimensionamento di massima del numero di unità di ricarica di tale tipologia, si ritiene opportuno procedere facendo riferimento alle stime sul numero di veicoli elettrici circolanti nel 2020 (dato aggiornato al 2022). Risulta, inoltre, doveroso indicare che, ai fini del dimensionamento della rete, debba essere ipotizzato un punto di ricarica ogni 40 veicoli circolanti nell'anno di riferimento 2022 (con un rapporto 1:40).

3.3 Proposta di intervento su rete infrastrutturale insistente sul territorio regionale lucano a scala municipale

In relazione alle caratteristiche tecnico-operative della rete infrastrutturale di ricarica attiva alla data odierna (marzo 2023) sul territorio regionale lucano, si rende noto quanto segue.

Il corredo relativo ai servizi e alle tecnologie della suddetta rete infrastrutturale di ricarica a supporto della mobilità sostenibile, censito nel bimestre luglio-agosto del 2022 ed aggiornato alla data odierna (marzo 2023), ha permesso di evidenziare che la maggior parte dei punti di ricarica attivi, secondo le specifiche indicate dal PNIRE, rientrano nelle seguenti classi:

- *Quick Charging;*
- *Fast Charging.*

Ciò riflette uno status assai incoraggiante ai fini di un rapido e coerente sviluppo della cosiddetta *e-mobility* nel territorio regionale lucano. Pertanto, la pregressa analisi della consistenza del parco veicolare ecologico circolante (elettrico e plug-in) in ambito regionale e il sempre costante censimento delle infrastrutture di ricarica attive sul territorio hanno delineato un potenziale *quid* di natura meccatronica da includere nel processo evolutivo del servizio di ricarica regionale.

Nonostante l'analisi pregressa relativa alla consistenza del parco veicolare elettrico circolante abbia posto in luce che il numero dei veicoli elettrici (al netto dei veicoli dotati di tecnologia plug-in ad alimentazione ibrida) è ancora modesto, i vincoli ambientali e l'introduzione di nuove forme di integrazione ed interoperabilità della mobilità elettrica con le *smart grid* e le *smart city* ed una sempre crescente necessità di diffusione di una sensibilità ambientale in linea con le direttive ed esigenze europee e nazionali conducono a prevedere un progressivo e significativo incremento della consistenza del parco veicolare elettrico circolante.

Dalla letteratura in materia di *mobilità sostenibile* ed *e-mobility* sul fronte europeo, nella fattispecie su quello norvegese ed olandese, è emerso che tale processo evolutivo potrebbe essere assolutamente rapido se pianificato e sviluppato operando, in maniera sinergica ed organica, affinché specifiche attività ed operazioni - volte al potenziamento dell'infrastruttura di ricarica - siano congiunte con precise disposizioni normative atte sia a vincolare l'accesso alle città da parte della flotta veicolare non ecologica, sia a porre in essere strumenti di defiscalizzazione per l'acquisto dei veicoli elettrici, promuovendo così l'incentivazione della trasformazione del parco veicolare circolante. Ciò asserito, la pianificazione su scala regionale – con apposita lente anche a livello municipale – di un servizio di ricarica efficiente richiede la definizione di possibili scenari, precedentemente descritti (cfr. par. § 3.2), che, sulla base di quanto sopra menzionato, possono risultare cautelativi ma che permettono di quantificarne la dimensione sulla base di una potenziale domanda e di un loro potenziale utilizzo

3.3.1 Sviluppo del servizio di ricarica: *individuazione delle aree amministrative e relativi bacini di gravitazione*

Sulla base delle considerazioni sopra esposte ed in piena coerenza con il PNIRE e gli strumenti normativi e regolatori in materia di pianificazione regionale, si è proceduto alla individuazione delle aree iniziali di

sviluppo del servizio di ricarica, focalizzando l'attenzione sugli *indici di mobilità* significativi a livello regionale. Procedendo nelle operazioni pianificatorie, si è ritenuto che questi fossero i prerequisiti che, anche in presenza di un modesto incremento delle percentuali di nuove immatricolazioni di veicoli elettrici, consentirebbero di raggiungere volumi assoluti più che sufficienti per un corretto e coerente utilizzo sia degli spazi di stazionamento dedicati al parco veicolare elettrico sia delle infrastrutture di ricarica.

Le aree individuate come aree iniziali di sviluppo del servizio di ricarica - garantito dalla rete infrastrutturale di ricarica attiva sul territorio regionale – saranno caratterizzate da significativi attrattori primari e secondari della mobilità e relativi bacini di gravitazione, così come riportato nel PRT. La definizione delle aree a livello amministrativo è stata facilitata anche dal predetto censimento delle infrastrutture di ricarica. Le aree idonee allo sviluppo del servizio di ricarica, così come richiesto dal progetto in oggetto, includono i seguenti bacini di utenza, classificati secondo i seguenti criteri:

- a. centri urbani con una popolazione residente compresa tra 5.000 e 10.000 abitanti al 1° gennaio 2023;
- b. centri urbani con una popolazione residente compresa tra 10.001 e 20.000 abitanti (al 1° gennaio 2023);
- c. centri urbani classificabili come città medie (popolazione residente > 50.000 abitanti);
- d. distretti provinciali (capoluogo di regione e capoluogo di provincia);

In *primis*, si è proceduto alla suddivisione dei comuni per provincia, ottenendo due distretti provinciali ed annessi dati relativi alla popolazione totale di entrambi i distretti, così ripartiti:

- e. distretto provinciale del capoluogo di regione - Potenza (PZ): 349.616 abitanti;
- f. distretto provinciale del capoluogo di provincia – Matera (MT): 191.552 abitanti.

In relazione ai criteri di classificazione sopra indicati, si è proceduto alla individuazione dei centri urbani caratterizzati come segue:

- a. centri urbani con popolazione residente compresa tra 5.000 e 10.000 abitanti;
- b. centri urbani con popolazione residente compresa tra 10.001 e 50.000 abitanti;
- c. centri urbani con popolazione superiore a 50.000 abitanti (città medie);

al fine di verificare la penetrazione della rete infrastrutturale di ricarica ed annesse specifiche.

Tale analisi preliminare consentirebbe di indagare l'incidenza del servizio di ricarica attuale in relazione al parametro demografico.

a. Distretto provinciale di Potenza (PZ) – centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti:

- Genzano di Lucania (PZ): 5.303 ab.
- Lagonegro (PZ): 5.138 ab.
- Marsicovetere (PZ): 5.556 ab.
- Picerno (PZ): 5.664 ab.
- Pignola (PZ): 6.783 ab.
- Sant'Arcangelo (PZ): 6.032 ab.
- Tito (PZ): 7.147 ab.
- Senise (PZ): 6.635 ab.

Distretto provinciale di Matera (MT) – centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti

- Ferrandina (MT): 8.089 ab.
- Montalbano J.co (MT): 6.796 ab.
- Montescaglioso (MT): 9.247 ab.
- Nova Siri (MT): 6.708 ab.
- Scanzano J.co (MT): 7.525 ab.

b. Distretto provinciale di Potenza (PZ) – centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti:

- Avigliano (PZ): 10.716 ab.
- Lauria (PZ): 12.017 ab.
- Lavello (PZ): 13.028 ab.
- Melfi (PZ): 17.109 ab.
- Rionero in Vulture (PZ): 12.636 ab.
- Venosa (PZ): 11.035 ab.

Distretto provinciale di Matera (MT) – centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti

- Bernalda (MT): 11.964 ab.
- Pisticci (MT): 16.836 ab.
- Policoro (MT): 17.685 ab.

c. Città medie – centri urbani: > 50.000 abitanti:

- **Potenza (PZ): 64.850 ab.**
- **Matera (MT): 59.748 ab.**

Ai fini dell'analisi preliminare poc'anzi descritta, si è proceduto alla redazione di un prospetto relativo alle infrastrutture di ricarica alla data odierna (marzo 2023) installate ed attive nei centri urbani individuati.

Tabella 5. Distribuzione e caratterizzazione della dotazione infrastrutturale di ricarica in relazione agli ambiti territoriali relativi ai distretti provinciali dei capoluoghi di Potenza e Matera a differente segmentazione demografica.

RETE INFRASTRUTTURALE DI RICARICA – Regione Basilicata – Marzo 2023						
CENSIMENTO: INFRASTRUTTURE DI RICARICA E PUNTI DI RICARICA						
Ambito territoriale:						
- <u>Distretti provinciali di Potenza (PZ) e Matera (MT):</u>						
a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti;						
b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti;						
c. città medie: > 50.000 abitanti						
<u>Distretto Provinciale di Potenza (PZ)</u>						
a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti						
ENEL X CHARGING STATION						
Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Genzano di Lucania	---	---	---	---	---	---
Lagonegro	S.P. 26, Lagonegrese, Via Colombo	CHAdEMO CCS Combo 2 Tipo 2	50.0 50.0 43.5	143.5	Fast Charging	Attivo 24h
Marsicovetere	Via Grumentina, 64 c/o Farmagrigola	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
	Piazza T. Morlino	Tipo 2 Tipo 3A	---	25		
Picerno	S. P. ex S.S. 94 c/o Hotel Bouganville	Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6		
Pignola	---	---	---	---	---	---
Sant'Arcangelo	---	---	---	---	---	---
Tito	Via S. Vito, 100	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8	Quick Charging	Attivo 24h
	Via Scalo Ferroviario, 69 c/o Stazione FS	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	C/da S. Venere c/o Campo Sportivo Mancinelli	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		

EMOBILITY CHARGING STATION						
Senise	C/da Chianizzi Loc. Zona Industriale	Tipo 2 (x 2)	22.0	44	Quick Charging	Attivo 24h (accesso a pagam.)

RETE INFRASTRUTTURALE DI RICARICA – Regione Basilicata – Marzo 2023						
CENSIMENTO: INFRASTRUTTURE DI RICARICA E PUNTI DI RICARICA						
Ambito territoriale:						
- Distretti provinciali di Potenza (PZ) e Matera (MT):						
a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti;						
b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti;						
c. città medie: > 50.000 abitanti						

Distretto Provinciale di Matera (MT)						
a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti						

BE CHARGE CHARGING STATION						
Comune	Localazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Ferrandina	---	---	---	---	---	---
Montalbano J.co	Via Mantova, 211	Tipo 2 (x 4)	22.0	88	Quick Charging	Attivo 24h
	Via Santantuono,105	Tipo 2 (x 4)	22.0	88		
Montescaglioso	---	---	---	---	---	---

ENEL X CHARGING STATION						
Nova Siri	Via Roma, 53	Tipo 2	22.8	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
Nova Siri Scalo	Viale della Libertà	Tipo 3A	6.9			
Scanzano J.co	Via Ernesto de Martino Benevento, 1	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9			
	S.S. 106 Jonica, 47	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9			

TESLA DESTINATION CHARGER						
Scanzano J.co	Via Lido Torre c/o Danaide Resort	Tipo 2 (x 4)	22.0	88	Quick Charging	Attivo 24h

RETE INFRASTRUTTURALE DI RICARICA – Regione Basilicata – Marzo 2023

CENSIMENTO: INFRASTRUTTURE DI RICARICA E PUNTI DI RICARICA

Ambito territoriale:

- **Distretti provinciali di Potenza (PZ) e Matera (MT):**

- a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti;
- b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti;
- c. città medie: > 50.000 abitanti

Distretto Provinciale di Potenza (PZ)

b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti

ENEL X CHARGING STATION

Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Avigliano	Borgo Coviello, 22	Tipo 2	22.8	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
	S.S. 658 Potenza-Melfi, 19	Tipo 3A	6.9			
		Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6		

EMOBITALY CHARGING STATION

Avigliano	S.S. 658 Km 20+330	Tipo 2 (x 2)	22.0	44.0	Quick Charging	Attivo 24h
-----------	-----------------------	-----------------	------	------	-------------------	---------------

ENEL X CHARGING STATION

Lauria	S.S. 19 delle Calabrie	CHAdEMO CCS Combo 2 Tipo 2	50.0 50.0 29.7	129.7	Fast Charging	Attivo 24h
	C/da Cona, 6	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 2.3	45.1	Quick Charging	
	S.P. 3 Tirrena	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Largo Plebiscito, 19	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Via Caduti VII Settembre 1943, 19	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
Lavello	Via E. Fermi, 2	Tipo 2 (x 4)	22.0	88.0	Quick Charging	
	Via S. Pertini, 15	Tipo 2 (x 4)	22.0	88.0		

TESLA DESTINATION CHARGER

Lavello	S.S. 93, 93 c/o San Barbato Resort SPA & Golf	Tipo 2 (x 2)	22.0	44.0	Quick Charging	Attivo 24h
---------	--	-----------------	------	------	-------------------	---------------

RETE INFRASTRUTTURALE DI RICARICA – Regione Basilicata – Marzo 2023

CENSIMENTO: INFRASTRUTTURE DI RICARICA E PUNTI DI RICARICA

Ambito territoriale:

- **Distretti provinciali di Potenza (PZ) e Matera (MT):**
 - a. centri urbani: 5.000÷10.000 abitanti;
 - b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti;
 - c. capoluoghi, città medie: > 50.000 abitanti

Distretto Provinciale di Potenza (PZ)

b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti

ENEL X CHARGING STATION

Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Melfi	S.S. 303, 150	Tipo 2 (x 2)	20.4	40.8	Quick charging	Attivo 24h
Rionero in Vulture	Via Nino Bixio, 30	Tipo 2	22.8	22.8		
Venosa	---	---	---	---	---	---

Distretto Provinciale di Matera (MT)

b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti

ENEL X CHARGING STATION

Bernalda	S.P 154	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
	Metaponto (fraz. di Bernalda) c/o Stazione FS	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Lido di Metaponto c/o rotatoria (lato dx)	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
Pisticci	Via Cammarelle, 9	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Marconia di Pisticci (fraz. di Pisticci) Piazza Elettra	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
Policoro	C.so A. de Gasperi, 2	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Piazza A. Moro, 9	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		

Policoro	Piazza F. Mitidieri	Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6	Quick Charging	Attivo 24h
	Via Salerno	Tipo 2 (x 2)	15.9	31.8		
<u>Distretto Provinciale di Matera (MT)</u> b. centri urbani: 10.001÷50.000 abitanti						
ENEL X CHARGING STATION						
Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Policoro	Via Agrigento	CHAdEMO CCS Combo 2 Tipo 2	50.0 50.0 44.9	144.9	Fast charging	Attivo 24h
	Via Aristarco c/o Parcheggio pubblico	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick charging	
	Via Aristarco, 1	Tipo 2	22.1	22.1		
	S.S. 106 Jonica c/o Via Nazionale	Tipo 2	22.0	22.0		
Capoluogo di Regione: Potenza (PZ) c. capoluoghi, città medie: > 50.000 abitanti						
ENEL X CHARGING STATION						
Potenza	Via della Chimica	CHAdEMO CCS Combo 2 Tipo2	60.0 60.0 35.9	155.9	Fast charging	Attivo 24h
	Via Nicola Vaccaro, 31	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick Charging	
	Via Tirreno, 3	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Via Zara, 102	Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6		
	Via C. B. Cavour, 74	Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6		
	Via del Gallitello, 113	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Via Ondina Valla, 29	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		

Potenza	Viale V. Verrastro, 3D c/o Piazzale G. Michetti	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8	Quick Charging	Attivo 24h
	Via Ettore Ciccotti, 36C	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Via della Siderurgica	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Via Pretoria, 342	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
Capoluogo di Regione: Potenza (PZ) c. capoluoghi, città medie: > 50.000 abitanti						
ENEL X CHARGING STATION						
Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Potenza	Via Costa della Gaveta, 2	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
	Piazzale Praga, 33 Via Adriatico	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	Piazza S. G. Bosco, 19	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	S.S. 7, 18	Tipo 2 (x 2)	21.4	42.8		
	S.S. 407 (*)	Tipo 2	—	—		
Note	(*) : colonnina di ricarica priva di dettagli da specifiche tecniche.					
ENEL DRIVE PUNTO ENEL CHARGING STATION						
Potenza	Via Della Tecnica, 4	CHAdEMO CCS Combo 2 Tipo 2	50.0 50.0 44.9	144.9	Fast Charging	Attivo 24h
IONITY CHARGING STATION						
Potenza	Viale del Basento, 4	CCS	350	350	Ultrafast Charging	Attivo 24h

REPOWER CHARGING STATION						
Potenza	Via dell'Edilizia, 21	Tipo 2 (x 2)	22.0	44.0	Quick Charging	Attivo 24
Capoluogo di Provincia: <u>Matera (MT)</u> c. capoluoghi, città medie: > 50.000 abitanti						
ENEL X CHARGING STATION						
Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Matera	Via L. Einaudi	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7	Quick Charging	Attivo 24h
	Via D. Ridola, 67	Tipo 2 Tipo 3A	22.0 3.7	25.7		
	Via F.lli Rosselli, 18	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Via Lucana	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Via D. Ridola c/o Provincia di Matera	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 4.1	26.9		
	Via La Martella c/o distributore carburante IP	Tipo 2 (x 2)	22.8	45.6		
	Via U. La Malfa, 10	Tipo 2 Tipo 3A	20.4 3.8	24.2		
	Viale Nazioni Unite	Tipo 2 Tipo 3A	22.8 6.9	29.7		
	Via delle Arti, 13-15	Tipo 2 (x2)	21.4	42.8		
	Via dell'Industria, 1	Tipo 2 (x 2)	15.2	30.4		
	Piazza Matteotti (*)	—	—	—	—	—

EV BOX CHARGING STATION						
Matera	Via Gravina c/o Hotel Dimora del Monaco	Tipo 2	22.1	22.1	Quick Charging	Attivo 24h
Note	(*) : colonnina di ricarica priva di dettagli da specifiche tecniche.					
Capoluogo di Provincia: <u>Matera (MT)</u> c. capoluoghi, città medie: > 50.000 abitanti						
TESLA DESTINATION CHARGER						
Comune	Locazione/ Indirizzo	Specifiche tecniche		Potenza max [kW]	Classe ricarica	Stato/ Access.
		Tipologia presa/connett.	Potenza [kW]			
Matera	Via Germania 10/O c/o UNAHOTELS MH Matera Hotel	Connettori (tipologia non nota) (x 4)	11.0	44.0	Quick Charging	Attivo 24h
PORSCHE DESTINATION CHARGING						
Matera	Via S. Vito, 28 c/o Mulino Alvino, 1884	—	—	—	—	—

Caratterizzazione rete viaria nella regione Basilicata:

- Strade regioni e provinciali: 3.03%;
- Altre strade di interesse nazionale: 4.94%
- Autostrade: 0.43%
- Km strade regionali e provinciali per 10.000 abitanti: 327,48 km
- Km strade di interesse nazionale per 10.000 abitanti: 534,08 km
- Km autostrade per 10.000 abitanti: 46,53 km

In relazione alla caratterizzazione demografica per ogni ambito territoriale sopramenzionato, dal computo delle strutture di ricarica (classi di ricarica: *fast charging* (FC), *quick charging* (QC), *slow charging* (SC)) insistenti nei diversi distretti provinciali della regione Basilicata e nei rispettivi capoluoghi, è emerso quanto segue:

i punti di ricarica caratterizzati dalla classe di ricarica cosiddetta *Fast Charging* risultano essere localizzati presso i seguenti centri urbani:

- Lagonegro (PZ) = 5.138 ab. → FC = 1
- Lauria (PZ) = 12.017 ab. → FC = 1
- Policoro (MT) = 17.685 ab. → FC = 1
- Potenza (PZ) = 64.850 ab. → FC = 2 + *Ultrafast Charging* (1)

Per mera e netta distinzione tra le classi di ricarica presenti sul territorio regionale negli ambiti riportati nella tabella precedente (tab. 5), si rende noto che è stato attribuito il seguente valore convenzionale ai punti di ricarica:

- *Slow Charging*: ≤ 10 kW
- *Quick Charging*: $11 \div 25$ kW
- *Fast Charging*: $25 \div 50$ kW
- *Ultrafast Charging*: > 50 kW

Ciò è stato reso opportuno al fine di conferire una netta distinzione tra i punti di ricarica atti ad erogare un servizio di ricarica superiore (*Fast/Ultrafast*) e quelli caratterizzati da potenzialità *standard*, considerando la potenza erogata dai singoli punti di ricarica. Il dato relativo alla potenza massima erogabile/erogata fa riferimento alla visione d'insieme delle potenzialità del sistema di ricarica, ma non rientra nella caratterizzazione delle classi di ricarica.

Di seguito, si riporta il prospetto in forma tabellare (cfr. tab. 6) relativo alla distribuzione delle infrastrutture di ricarica (*numero di punti di ricarica, potenza max erogata (kW), stato ed accessibilità*) in relazione all'ubicazione e all'aspetto demografico inerente ai centri urbani designati nella descrizione degli ambiti territoriali precedentemente definiti. Si fa presente, nel merito, che l'organizzazione dei dati tabellari è caratterizzata dal rispetto dell'ordine crescente del dato demografico relativo ai centri urbani considerati.

Nella caratterizzazione della penetrazione delle infrastrutture di ricarica nei centri urbani, si evidenzia che vi sono municipalità insufficientemente dotate di infrastrutture di ricarica. Tale condizione deficitaria riflette uno scenario di penetrazione delle infrastrutture nel territorio caratterizzato da discontinuità e disomogeneità. Tale condizione, dunque, comporterebbe una forte incongruenza in termini di capillarità della diffusione della *e-mobility* nel territorio regionale lucano.

Tabella 6. *Distribuzione della rete infrastrutturale di ricarica lucana in relazione alla classe di ricarica negli ambiti territoriali a scala municipale.*

**Distribuzione rete infrastrutturale di ricarica ed annessa classe di ricarica
negli ambiti territoriali a scala municipale**

Classe di ricarica: FAST CHARGING (FC) (*)

Comune	Abitanti	N° Punti di Ricarica	Potenza Max Erogata [kW]	Stato/ Accessibilità
Lagonegro (PZ)	5.138	1	143.5	Attivo 24h
Lauria (PZ)	12.017	1	129.7	
Policoro (MT)	17.685	1	144.9	
Potenza (PZ)	64.850	1	155.9	
		1	144.9	
		1 (**)	350.0	
Note	(*) sistemi di ricarica classe <i>Fast Charging</i> da considerarsi singolarmente. (**) sistema di ricarica classe <i>Ultrafast Charging</i>			

Classe di ricarica: QUICK CHARGING (QC)

Comune	Abitanti	N° Punti di Ricarica	Potenza Max Erogata [kW]	Stato/ Accessibilità
Lagonegro (PZ)	5.138	0	—	—
Genzano di Lucania (PZ)	5.303	0	—	—
Marsicovetere (PZ)	5.556	2	—	Attivo 24h
Picerno (PZ)	5.664	0	—	
Sant'Arcangelo (PZ)	6.032	0	—	—
Senise (PZ)	6.635	1	44.0	Attivo 24h
Nova Siri (MT)	6.708	2	29.7	
			29.7	
Pignola (PZ)	6.783	0	—	—
Montalbano J.co (MT)	6.796	2	88.0 88.0	Attivo 24h

**Distribuzione rete infrastrutturale di ricarica ed annessa classe di ricarica
negli ambiti territoriali a scala municipale**

Classe di ricarica: QUICK CHARGING (QC)

Comune	Abitanti	N° Punti di Ricarica	Potenza Max Erogata [kW]	Stato/ Accessibilità
Tito (PZ)	7.147	3	42.8	Attivo 24h
			42.8	
			42.8	
Scanzano J.co (MT)	7.525	3	29.7	
			29.7	
			88.0	
Ferrandina (MT)	8.089	0	—	—
Montescaglioso (MT)	9.247	0	—	—
Avigliano (PZ)	10.716	3	29.7	Attivo 24h
			45.6	
			44.0	
Venosa (PZ)	11.035	0	—	—
Bernalda (MT)	11.964	3	29.7	Attivo 24h
			29.7	
			29.7	
Lauria (PZ)	12.017	4	25.1	
			29.7	
			42.8	
			42.8	
Rionero in Vulture (PZ)	12.636	1	22.8	
Lavello (PZ)	13.028	3	88.0	
			88.0	
			44.0	
Pisticci (MT)	16.836	2	29.7	
			29.7	
Melfi (PZ)	17.109	1	40.8	
Policoro (MT)	17.685	6	42.8	
			42.8	
			45.6	
			29.7	
			22.1 + 22.0	

**Distribuzione rete infrastrutturale di ricarica ed annessa classe di ricarica
negli ambiti territoriali a scala municipale**

Classe di ricarica: QUICK CHARGING (QC)

Comune	Abitanti	N° Punti di Ricarica	Potenza Max Erogata [kW]	Stato/ Accessibilità
Matera (MT)	59.748	12	29.7	Attivo 24h
			25.7	
			29.7	
			29.7	
			26.9	
			45.6	
			24.2	
			29.7	
			42.8	
			22.1	
			(22.0)	
			(22.0)	
Potenza (PZ)	64.850	16	29.7	Attivo 24h
			29.7	
			29.7	
			29.7	
			45.6	
			45.6	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			42.8	
			44.0	
(22.0)				

3.4 Progettazione della rete infrastrutturale di ricarica

3.4.1 Profili di ricarica della rete infrastrutturale

I punti di ricarica si classificano in relazione alla tipologia di accesso (privati, pubblici), alla loro localizzazione (es. stazioni di servizio autostradali, supermercati) e alla potenza di ricarica; di conseguenza, ogni punto di ricarica ha caratteristiche differenti. In tale sede, si focalizza l'attenzione sulle infrastrutture di ricarica caratterizzate dalle seguenti caratteristiche tecnico-operative:

- punti di ricarica *accelerata* (fino a 22 kW) privati per i veicoli che arrivano sui luoghi di lavoro;
- punti di ricarica *rapida* (fino a 50 kW, ultra-rapida se oltre 50 kW) ad accesso pubblico per gli spostamenti su lunga distanza.
- **Fabbisogno energetico medio**

Un altro aspetto da considerare è il *fabbisogno medio di energia* degli autoveicoli elettrici. Attualmente la percorrenza media annuale del parco circolante è pari a circa 11000 km (ossia 30 km al giorno): assumendo un coefficiente conservativo di 0.2 kWh/km, il consumo di ogni veicolo è di circa 6 kWh al giorno. Per un punto di ricarica domestico da 3,7 kW ciò corrisponde ad un *fattore di utilizzazione* inferiore all'8%. Assumendo che, in media, l'energia assorbita dai veicoli elettrici sia distribuita lungo l'arco delle 24 h, la potenza media assorbita per veicolo varia tra i 250 e i 500 W: nella realtà la potenza di ricarica non è costante durante la giornata e, di conseguenza, possono esserci picchi più elevati specialmente a livello locale.

3.4.1.1 Punti di ricarica accelerata (luoghi di lavoro)

Il caso si riferisce a veicoli elettrici che effettuano l'operazione di ricarica presso i luoghi di lavoro, escludendo le flotte aziendali che richiedono valutazioni specifiche in funzione del settore (logistica, veicoli per manutenzione impianti ed altri parametri specifici). Per tale caso, si assume nuovamente che il fabbisogno di energia sia di 6 kWh, che ogni punto di ricarica abbia una potenza di 7,4 kW, che ogni veicolo abbia a disposizione un punto di ricarica e che la probabilità di arrivo sia quella espressa in figura 2.

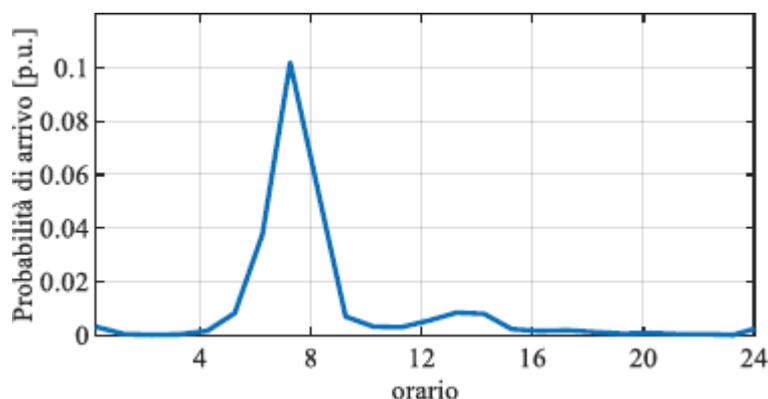


Figura 2. Probabilità quartoraria di arrivo dei veicoli elettrici (EVs) presso punti di ricarica (PdR) in ambiente lavorativo.

Al fine di condurre un'analisi incentrata sulle caratteristiche dei profili di assorbimento, si è proceduto alla simulazione di una determinata condizione di utilizzo dell'infrastruttura di ricarica, ipotizzando quanto segue:

- hp 1) 5000 veicoli elettrici (EVs)

Si riporta di seguito l'andamento del *profilo di assorbimento totale* (fig. 3), che risulta essere molto simile alla curva di arrivo dei veicoli in figura 2. In tal caso, il picco di ricarica dei veicoli è ancora più alto e stretto, poiché i veicoli raggiungono le postazioni di ricarica tutti entro un breve intervallo di tempo e ricaricano a potenze più elevate.

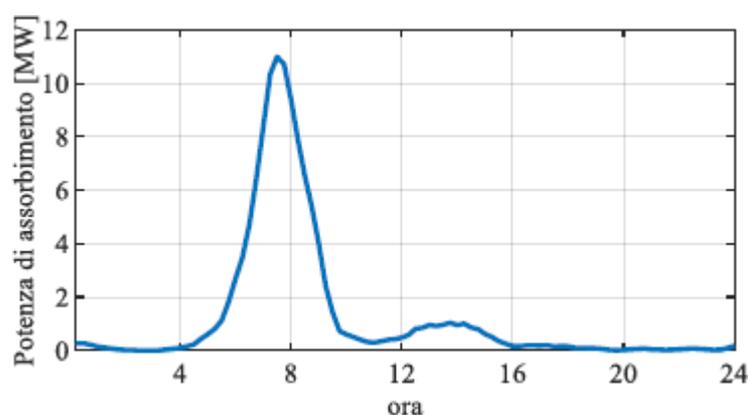


Figura 3. Profilo di assorbimento dei veicoli elettrici (EVs) presso PdR siti in ambiente lavorativo.

Si precisa che il fattore di contemporaneità risulta essere fortemente dipendente dal numero di veicoli. Nella figura sottostante (fig. 4) si riportano le distribuzioni di assorbimento normalizzate dei veicoli elettrici (solo per valori diversi da 0) in funzione del loro numero per n=1000 simulazioni.

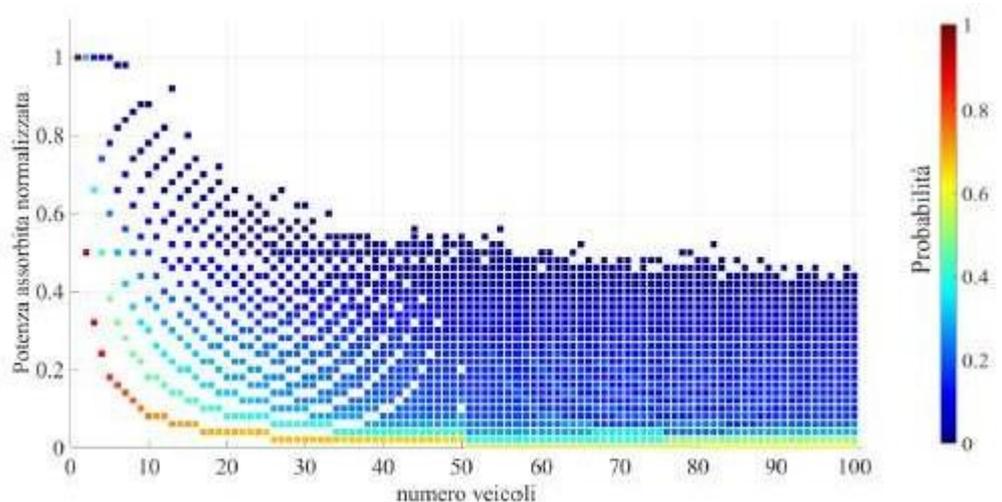


Figura 4. Distribuzione di probabilità dei valori dei profili di assorbimento dei veicoli elettrici (EVs) presso PdR in ambiente lavorativo, normalizzati rispetto alla potenza massima, in funzione dell'incremento del numero di EVs (potenza = 7,4 kW).

Nel caso dei punti di ricarica installati in ambiente lavorativo, si rende noto che il relativo processo di ricarica dei veicoli elettrici risulta essere di più semplice coordinamento, poiché la infrastruttura di ricarica (IdR) risulta essere solitamente sotto il controllo di un singolo gestore/operatore di rete.

Inoltre, i veicoli rimangono in carica solitamente per tempi piuttosto lunghi ed è, quindi, possibile modularne la potenza, al fine di scongiurare significativi e duraturi disagi all'utente finale.

Opportuni dispositivi PWM (*Pulse Width Modulation*) rispondono a tale esigenza: infatti, è possibile osservare come ritardare la ricarica di un veicolo permetta di ottenere un profilo di assorbimento caratterizzato da maggiore uniformità ed una minore potenza massima.

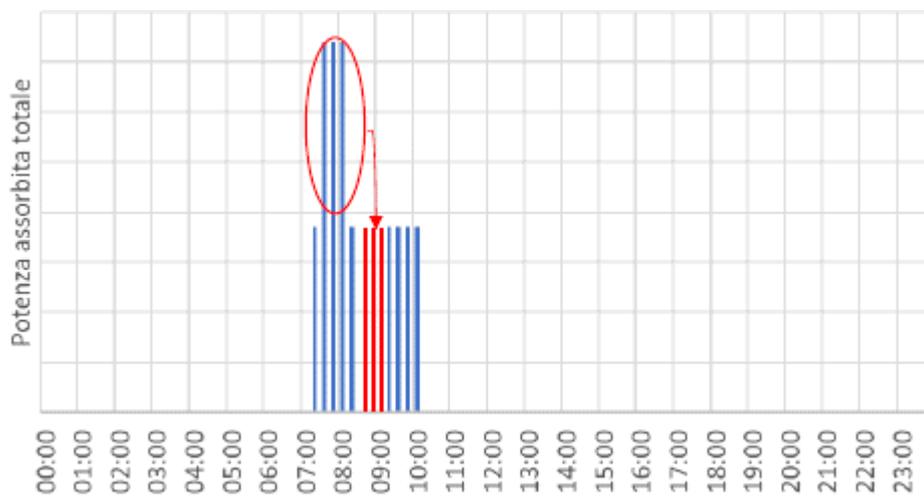


Figura 5. Processo di ricarica ritardato in relazione al valore della potenza assorbita totale a cadenza oraria giornaliera.

3.4.1.1 Utilizzo razionale dei punti di ricarica (PdR): processo di ricarica a rotazione

Oltre alle soluzioni basate sul controllo diretto, è possibile indirizzare l'utilizzo dei punti di ricarica (PdR) verso una razionalizzazione delle risorse proponendo una potenziale modalità da adottare durante il processo di ricarica. Ipotizzando che non tutta la flotta elettrica di un determinato centro urbano/distretto territoriale della regione Basilicata debba essere ricaricata quotidianamente, si ritiene razionale prevedere che la ricarica possa essere effettuata *a rotazione*.

Si assume il caso in cui, presso la stazione di ricarica, giungano 20 veicoli elettrici ogni giorno e che questi ultimi vengano sottoposti a ricarica adottando la modalità *a rotazione*.

Tali ipotesi costituiscono condizione favorevole affinché si verifichi quanto segue:

- riduzione del numero di prese necessarie ai fini della ricarica;
- incremento del fattore di utilizzazione;
- riduzione del profilo di assorbimento totale.

Il profilo totale non scala con la medesima proporzione del numero di veicoli in ricarica, poiché, pur riducendosi il numero dei veicoli in ricarica, aumenta la durata dei processi di ricarica e, conseguentemente, il *fattore di contemporaneità*. Tali effetti, entrambi, seppur parzialmente, si bilanciano e ne consegue che la riduzione del picco massimo risulta contenuta.

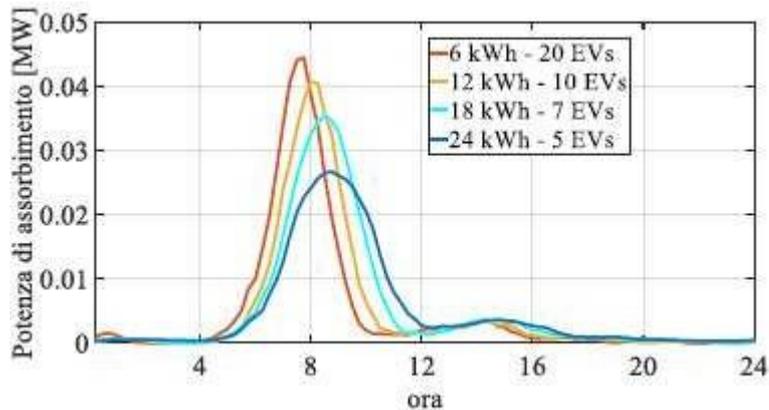


Figura 6. Profilo di assorbimento medio (calcolato come media di $n=100$ singole simulazioni) dei EVs presso i PdR in ambiente lavorativo in funzione della variazione di energia e numero di veicoli.

3.4.1.1.2 Profilo di assorbimento medio e generazione da impianto fotovoltaico

Altro aspetto proficuo ai fini del raggiungimento della neutralità climatica consiste nell'integrare aspetti legati alla *e-mobility* con soluzioni ad indirizzo ambientale votate alla sostenibilità.

Ciò ha permesso, brevemente, di osservare che, ritardando il processo di ricarica dei veicoli elettrici (nell'esempio di seguito riportato il ritardo risulta essere pari a 4 ore), è possibile sovrapporre il prelievo della IdR al profilo di produzione di un impianto fotovoltaico (fig. 7).

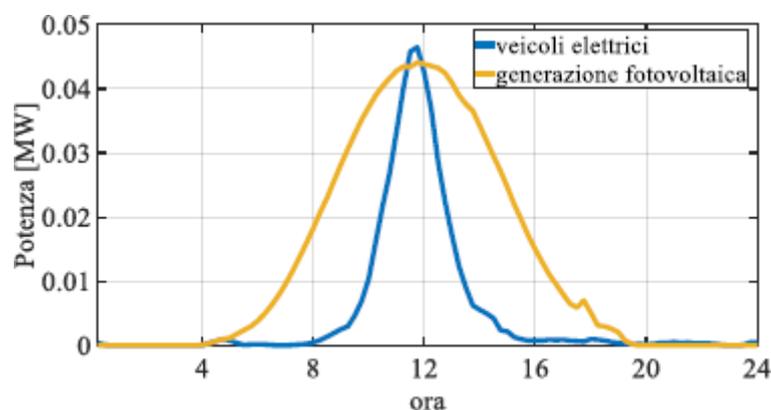


Figura 7. Profilo di assorbimento medio (calcolato come media di $n=100$ singole simulazioni) di 10 veicoli elettrici (EVs) presso i PdR in ambiente lavorativo e di un generico impianto fotovoltaico.

3.4.1.2 Punti di ricarica veloce ad accesso pubblico

I possibili scenari afferenti al caso dei punti di ricarica (PdR) rapida risultano essere particolarmente complessi e numerosi, poiché si osserva un elevato grado di variabilità dei numerosi parametri, quali:

- *potenza nominale delle prese;*
- *numero delle prese;*
- *numero di veicoli elettrici serviti;*
- *probabilità di arrivo dei veicoli elettrici;*
- *fabbisogno energetico dei veicoli elettrici;*
- *potenza massima di assorbimento dei veicoli elettrici.*

Ergo, al fine di condurre delle valutazioni di tipo puntuale si ritiene opportuno optare per un'analisi destinata ad ogni singolo caso, includendovi adeguate assunzioni. Per tale ragione, si evidenziano soltanto alcune caratteristiche comuni a tutte le stazioni di ricarica rapida.

Il primo aspetto rilevante consiste nell'osservare che, nel caso delle ricariche rapide, risulta essere molto più arduo modulare la potenza di ricarica dei veicoli elettrici: il *tempo di ricarica* rappresenta una componente fondamentale del servizio stesso.

Il secondo aspetto consiste nel *fattore di contemporaneità*: esso decresce molto rapidamente al crescere del numero dei veicoli serviti. È possibile osservare ciò per un caso particolare, rappresentativo del comportamento generale.

- *Ipotesi di stazione di ricarica*

Si assume una stazione di ricarica che serve giornalmente un numero crescente di veicoli elettrici. Tale infrastruttura di ricarica, si ipotizza, sia dotata di un numero sufficiente di PdR tali da poter servire tutti i veicoli in arrivo. Si assume altresì che i PdR abbiano una *potenza nominale* da 100 kW ciascuno e che il *fabbisogno di energia dei veicoli* sia pari a 42 kWh.

La probabilità di arrivo è riportata nella figura sottostante (fig. 8).

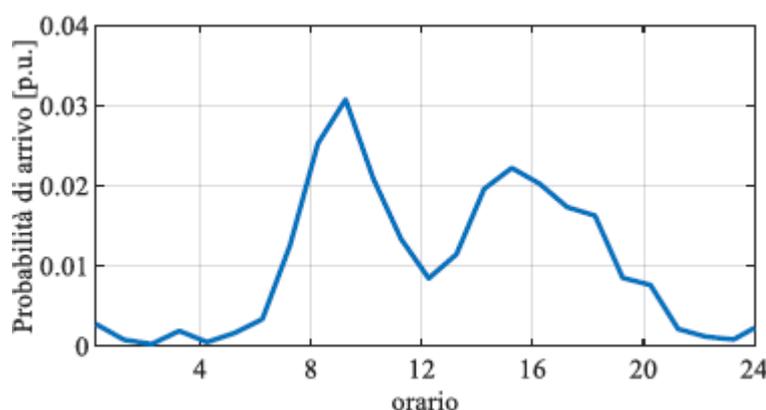


Figura 8. Probabilità di arrivo quattoraria dei veicoli elettrici (EVs) presso i PdR pubblici.

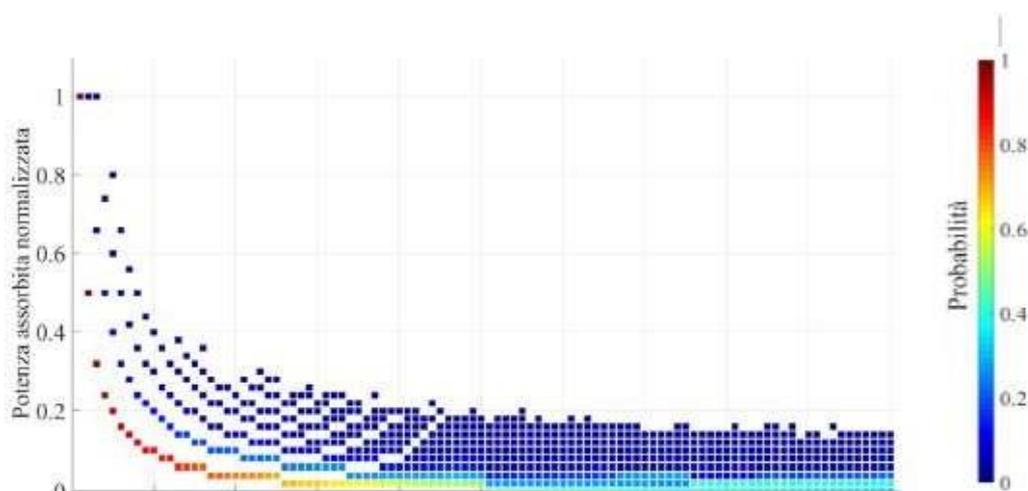


Figura 9. Distribuzione di probabilità dei valori dei profili di assorbimento dei EVs presso PdR pubblici, normalizzati rispetto alla potenza massima, in funzione dell'incremento del numero di veicoli elettrici. Fabbisogno energetico = 42 kWh, potenza di ricarica = 100 kW.

Si evince che il *fattore di contemporaneità* si riduce fortemente al crescere del numero di veicoli elettrici: con tempi di ricarica brevi, risulta esigua la probabilità che i profili di assorbimento di diversi veicoli si sovrappongano. Inoltre, per ipotesi, i tempi di arrivo dei veicoli sono maggiormente distribuiti nell'arco della giornata rispetto alle operazioni di ricarica effettuate in contesto lavorativo.

In particolare, nel caso di tali tipologie di ricariche (rapide), tale riduzione risulta essere molto più marcata e la pendenza è tanto più ripida quanto è maggiore la potenza di ricarica.

In particolare, la potenza massima normalizzata scende al di sotto del valore di 0,2. Ciò significa che i PdR rapida hanno un impatto maggiore soprattutto sui componenti di rete che sottendono un numero esiguo di PdR, mentre sui perimetri più ampi l'impatto diviene simile a quello relativo ai PdR a minore potenza nominale.

È doveroso osservare che tale andamento è stato ottenuto nell'ipotesi che l'infrastruttura di ricarica sia dotata di un numero sufficiente di PdR tale da poter servire tutti i veicoli.

In condizioni reali, il numero dei veicoli potrebbe essere maggiore rispetto ai PdR insistenti su un determinato raggio territoriale lucano e ciò comporterebbe l'attesa da parte di alcuni veicoli del proprio turno.

Tale condizione modificherebbe il profilo di assorbimento della stazione di ricarica e la potenza massima potrebbe essere mantenuta per tempi elevati.

Ultima nota in merito alla potenza massima: non tutti i veicoli potrebbero essere in grado di sfruttare la potenza nominale del PdR, abbassando la probabilità che si raggiunga la potenza massima.

3.4.1.2.1 Fattore di utilizzazione

Il *fattore di utilizzazione* dei punti di ricarica rapida è un parametro interessante, in quanto permette di osservare l'andamento dei veicoli elettrici serviti da un determinato PdR.

In ambiente lavorativo si osserva che i PdR ivi installati hanno lo svantaggio di servire tendenzialmente un solo veicolo elettrico, determinando così un ridotto fattore di utilizzazione.

I PdR rapida pubblici, al contrario, sono caratterizzati dal potenziale vantaggio di poter servire un numero elevato di veicoli elettrici: condizione che incrementa il fattore di utilizzazione.

Un limite all'incremento del suddetto fattore di utilizzazione è dato dal fatto che i veicoli elettrici rischiano di imbattersi in situazioni di congestione delle stazioni di ricarica: ciò comporterebbe che i veicoli in arrivo dovranno attendere che un punto di ricarica si liberi, rendendosi nuovamente disponibile, oppure optare per un'altra stazione di ricarica. Quest'ultimo caso limita il fattore di utilizzazione, dato che riduce il numero di veicoli serviti da un determinato PdR.

3.4.2 Potenziali misure per la riduzione dell'impatto dei veicoli elettrici sulla rete

- *Ritardare il processo di ricarica*

Tale misura da destinare ad una aliquota di veicoli elettrici della flotta servita dal servizio di ricarica risulta essere una soluzione efficace nel caso in cui l'operazione di ricarica sia effettuata presso PdR siti in ambiente lavorativo. In ambiente lavorativo ciò permette di abbassare il picco ed, in presenza di generazione da impianto fotovoltaico, permetterebbe persino di sovrapporre il consumo alla generazione. Nel caso di colonnine di ricarica site in ambiente pubblico ad alta potenza, tale misura non risulta essere solitamente una soluzione implementabile, poiché l'utenza necessita di fruire del servizio di ricarica in tempi brevi.

- *Limitare la potenza di connessione nel caso di assorbimento contemporaneo*

Nel caso di stazioni di ricarica dotati di più punti di ricarica, una strategia può essere quella di richiedere una potenza di connessione minore della somma della potenza nominale dei punti di ricarica, limitando l'assorbimento di potenza solo quando la maggior parte dei punti di ricarica è occupata ("*balancer*"). Tale misura permetterebbe di trovare un compromesso tra la rapidità di ricarica e il numero di veicoli che possono essere serviti contemporaneamente; la soluzione può essere interessante nel caso di stazioni di ricarica in ambiente lavorativo, dato che, solitamente, ad una stessa stazione sono connessi numerosi veicoli per intervalli temporali più lunghi.

- *Ridurre la potenza di assorbimento*

La riduzione della potenza in assorbimento permette di ridurre il picco, distribuendo la ricarica su un intervallo di tempo maggiore: questa misura è particolarmente efficace per gli elementi di rete ai livelli di tensione più bassi (es. trasformatori MT/BT e linee BT), mentre è meno praticabile ai livelli di tensione superiori perché ad una riduzione della potenza corrisponde un aumento del *fattore di contemporaneità*. L'implementazione pratica di tale approccio richiederebbe di poter ridurre il valore di potenza di connessione rispetto a quanto richiesto dai vari gestori di IdR (CPO) in una determinata area, o di poter inviare CPO in tempo reale la limitazione della potenza in prelievo.

- *Coordinare in tempo reale l'assorbimento di stazioni di ricarica limitrofe*

Le misure precedenti prevedono di considerare le varie stazioni di ricarica in modo indipendente: più di frequente, i problemi sulla rete, specialmente quelli sui trasformatori media tensione/bassa tensione (MT/BT) e sulle linee BT, possono essere causati da poche stazioni vicine ma afferenti a diversi gestori (CPO). In tal caso potrebbe essere utile poter coordinare l'assorbimento in base anche al fattore di carico dell'elemento di rete critico.

Il coordinamento è meno importante per gli altri componenti di rete dato che, aggregando un maggior numero di utenti, subiscono meno gli effetti locali.

Tale tipologia di applicazione rientrerebbe nei *servizi locali di flessibilità*.

- *Sistemi di accumulo*

Un'altra soluzione per ridurre la potenza prelevata da una infrastruttura di ricarica consiste nell'installare un sistema di accumulo *behind the meter*, eventualmente accoppiato ad un impianto di generazione fotovoltaica.

I sistemi di accumulo possono rappresentare una soluzione interessante per limitare l'impatto delle ricariche dei veicoli elettrici, specialmente nel caso delle IdR di ricarica pubbliche ad elevata potenza. Negli scenari investigati si è sempre osservato che i picchi massimi di potenza sono raggiunti per intervalli temporali relativamente brevi, caratterizzati da rapporti energia/potenza ridotti. Ciò significa che non sono necessari accumuli con autonomie elevate per risolvere le violazioni. Inoltre, il comportamento è in genere abbastanza regolare, nel senso che il picco massimo di assorbimento è raggiunto alcune volte al giorno tutti i giorni: tale aspetto garantisce di massimizzare l'utilizzo di un sistema di accumulo, che non rischia di rimanere inutilizzato. Infine, *un sistema di accumulo permetterebbe di accoppiare le ricariche con, per esempio, la generazione fotovoltaica e, infine, di partecipare ai servizi di flessibilità*.

3.4.3 Colonnine di ricarica

3.4.3.1 Caratteristiche tecniche dell'infrastruttura di ricarica

L'infrastruttura di ricarica prevista nel progetto dovrà garantire il soddisfacimento dei requisiti tecnici indicati nel PNIRE ed, in particolare, le seguenti funzionalità:

- identificazione ed autorizzazione alla ricarica tramite *smart card* (RFID card);
- controllo remoto di tutte le stazioni di ricarica installate e dei processi di ricarica in corso;
- comunicazione *always on* con un Centro di Controllo;
- interfaccia utente locale per supportare il cliente nella procedura di ricarica e per trasmettere informazioni relative allo stato (kWh);
- misure di energia certificate grazie alla integrazione del contatore elettronico nelle stazioni di ricarica;
- acquisizione e trasmissione dati per ogni processo di ricarica;
- integrazione nelle *Smart Grid*.

Di seguito, si riportano le specifiche tecniche dell'infrastruttura di ricarica relativa alla colonnina di ricarica rispondente alle esigenze e disposizioni progettuali indicate.

Tabella 7. Specifiche tecniche generali relative all'infrastruttura di ricarica destinata all'erogazione di un servizio di ricarica efficiente.

Specifiche generali	
Ingresso elettrico stazione di ricarica	
Potenza di ingresso	400 V CA, trifase, 96 A, 50Hz 480 Y/277 V CA, trifase, 80 A, 60 Hz
Cablaggio	L1, L2, L3, neutro e terra
Potenza di uscita elettrica stazione di ricarica	
Potenza di uscita	max 62,5 kW
Tensione di uscita, Ricarica	200–1.000V CC
Corrente di uscita	max 156A
Moduli max per stazione di ricarica	2
Potenza di uscita elettrica stazione di ricarica abbinata	
Potenza di uscita abbinata max	125 kW
Corrente di uscita abbinata max	CCS1: 174 A o 200 A CCS2: 200 A CHAdEMO; US: 140 A, EU: 125 A
Power Module	
Potenza di uscita max	31,25 kW
Corrente di uscita max	78 A
Efficienza della conversione di potenza	> 95%
Fattore di alimentazione	0,99 a pieno carico
Armoniche	iTHD < 5% (Conforme ai requisiti IEEE 519)
Raffreddamento del <i>Power Module</i>	Tecnologia di raffreddamento a liquido
Interfacce funzionali	
Tipi di connettori max per stazione di ricarica	Fino a due diversi tipi di connettori per stazione di ricarica

Interfacce funzionali	
Tipi di connettore supportati	CHAdEMO CCS1 (SAE J1772™ Combo) CCS2 (IEC 61851-23)
Interfacce funzionali	
Lunghezza cavo con braccio oscillante (*)	Sbraccio orizzontale completo: 4,27 m (14')
Display a LCD	Display a colori da 254 mm (10") per l'interazione del conducente
Display superiore	Display a LED a colori da 508 mm (20") per le notifiche
Autenticazione	RFID: ISO 15693, ISO 14443, NEMA EVSE 1.2-2015 (UR) Ricarica tramite touch (NFC su Apple e Android): 15118-2 (EIM) Remota: mobile e a bordo (se supportato dal veicolo)
Note: (*) Sbraccio orizzontale fino alla porta di ricarica tipica di un veicolo: 3,76 (12'4")	
Funzioni di connettività	
Comunicazione sicurezza veicolo	CHAdEMO – JEVS G104 su CAN CCS1 – SAE J1772 su PLC CCS2 – IEC 61851-23
Rilevamento disattivazione	Potenza terminata per: <ul style="list-style-type: none"> - JEVS G104 (CHAdEMO) - SAE J2931 (CCS1) - IEC 61851-23 (CCS2)
Rete locale	2.4 GHz 5 GHz WiFi (802.11 b/g/n)
Rete di comunicazione geografica	4G LTE (opzione di ritorno alla rete 3G GSM)
Protocolli di comunicazione supportati	Ocpp
Servizi e manutenzione	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoraggio del sistema in remoto; - manutenzione proattiva e diagnostica

Parametri di esercizio e di sicurezza	
Classe di protezione stazione di ricarica	Tipo 3R, IP54
Classificazione di impatto stazione di ricarica	IK10
Conformità e sicurezza	Registrazione UL e cUL: a norma UL 2202, UL 2231-1, UL 2231-2, CSA 107.1 Marchio CE: a norma IEC 62196, IEC 61851
Parametri di esercizio e di sicurezza	
Protezione da sovratensione stazione di ricarica	Test a norma IEC 6100-4-5, Livello 5 (6 kV @ 3.000A). Nelle aree geografiche soggette a frequenti temporali, è raccomandata la protezione da sovratensioni supplementare.
Conformità EMC	UE: EN55011, EN55022 e IEC61000-4
Temperatura di stoccaggio	da -40 °C a 50 °C (da -40 °F a 122 °F)
Altitudine operativa	<3.000 m (<9.800 ft)
Umidità di esercizio	Sino al 95% @ 50°C (122°F) assenza di condensazione
Specifiche generiche	
Dimensioni armadio stazione di ricarica	2241 mm A x 730 mm L x 441 mm P (7'4" x 2'4" x 1'4")
Dimensioni del <i>Power Module</i>	760 mm A x 430 mm L x 130 mm P (2'6" x 1'5" x 5")
Peso stazione di ricarica (senza <i>Power Module</i>)	250 kg (551 lb)
Peso del <i>Power Module</i>	45 kg (98,5 lb)
Funzioni di gestione energetica	
Gestione dinamica dell'energia	Consente una potenza di uscita massima fissa per stazione di ricarica o consente al sistema di gestire in modo dinamico la distribuzione di energia per stazione di ricarica.
Gestione energetica in remoto	Gestisce la potenza in uscita tramite il portale <i>Admin ChargePoint</i> , API e Open ADR 2.0b VEN.
Software	
Software	Piano <i>Cloud</i>

- Disegni architettonici (dimensioni)

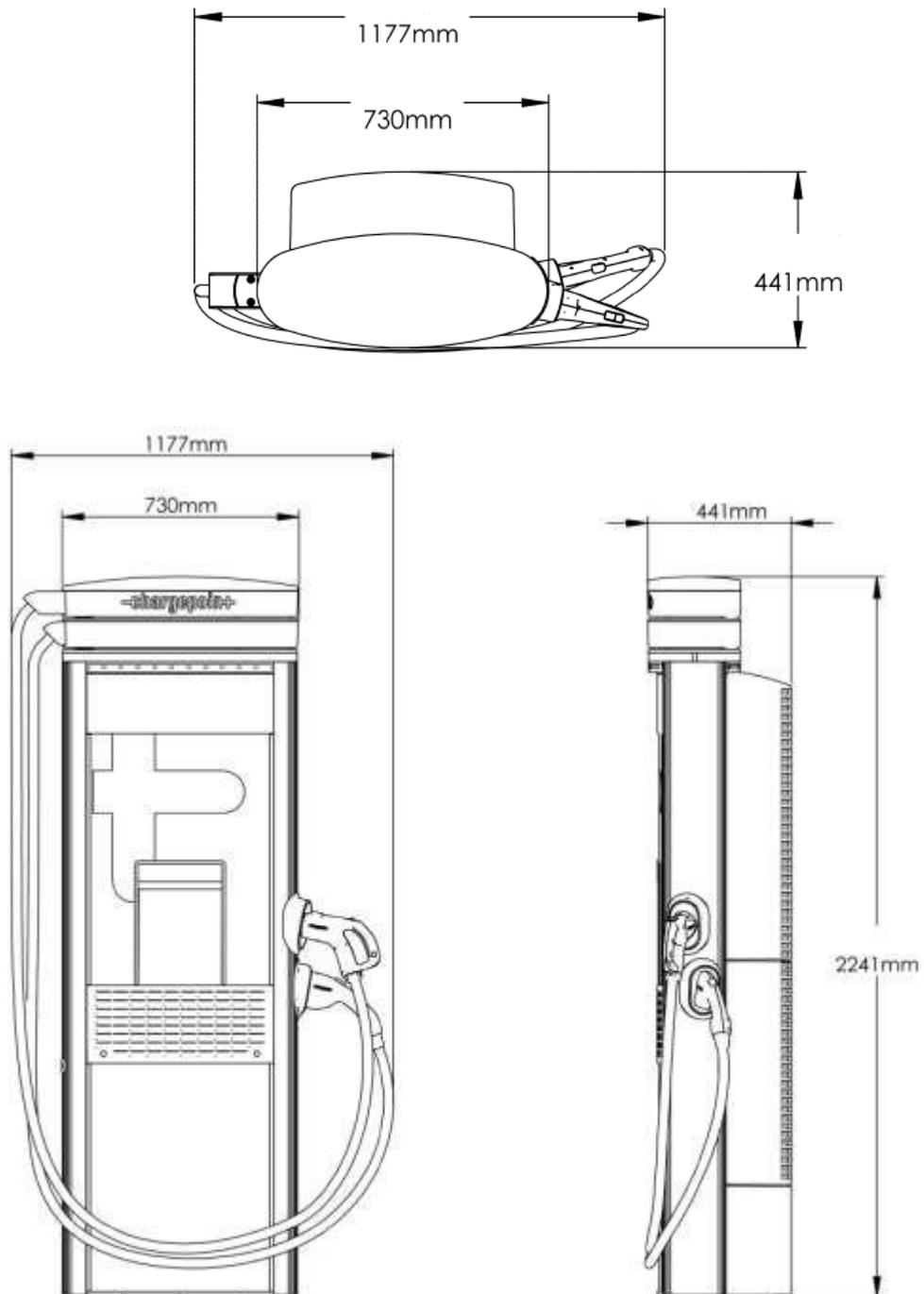


Figura 10. Dettagli grafici di sezione e dimensioni componenti infrastruttura di ricarica (ChargePoint - Mod. Express).

3.4.3.2 Integrazione dell'infrastruttura di ricarica in contesto Smart Grid

Nell'ottica di sistema e di integrazione nelle *Smart Grid*, la ricarica dei veicoli elettrici potrà avvenire definendo il miglior compromesso tra potenza richiesta dal veicolo e potenza disponibile alla stazione stessa. La potenza disponibile all'infrastruttura dipenderà, oltre che dalle specifiche della stazione di ricarica, anche dai vincoli tecnici della rete di distribuzione cui è collegata e dallo stato della stessa, che possono variare durante la giornata in funzione della domanda. In tal modo, in virtù della sua integrazione nella rete di distribuzione, la stazione di ricarica potrà contribuire alla minimizzazione degli impatti che i processi di ricarica possono determinare sul sistema elettrico.

Infine, poiché il servizio di ricarica deve integrarsi nella gestione del sistema elettrico in un'ottica "*Smart Grid*", è necessario che le infrastrutture di ricarica contengano un contatore elettronico bidirezionale certificato MID e che i dati da esso acquisiti, utilizzando le tecnologie di comunicazioni più appropriate, vengano resi disponibili ad un Centro di Controllo dedicato per implementare una gestione ottima di tutta l'infrastruttura.

Tali considerazioni, di concerto con le indicazioni derivanti dai Piani della mobilità cittadina definiti dalle competenti amministrazioni locali, consentiranno l'effettuazione di una pianificazione territoriale efficace e sostenibile delle infrastrutture di ricarica, scongiurando l'occorrenza del fenomeno proprio della cosiddetta "infrastrutturazione selvaggia".

Tutte le stazioni di ricarica installate sul territorio regionale lucano saranno gestite da remoto: la gestione tramite il Centro di Controllo dedicato consentirà la supervisione e il controllo dell'intera rete infrastrutturale e la gestione dell'intero processo di ricarica, acquisendo i dati necessari per effettuare valutazioni circa le ulteriori implementazioni della rete di ricarica stessa. Inoltre, il Centro di Controllo permette di fornire opportuno corredo informativo sia all'utente sia agli operatori coinvolti nel processo inerente alla mobilità elettrica.

Per quanto concerne le tecnologie utilizzabili per il trasferimento dei dati di campo al Centro di Controllo, oltre al consolidato 4G e WiFi, è opportuno far riferimento anche a soluzioni diverse come le tecnologie NB-IoT (Narrowband Internet of Things) e LoRa (Long Range). Le principali caratteristiche di tali tecnologie sono:

- NB-IoT (Narrowband Internet of Things):
 - Rete cellulare: NB-IoT utilizza reti cellulari esistenti per la trasmissione dei dati. È progettato per dispositivi a basso consumo energetico e offre una copertura molto più ampia rispetto alle reti cellulari tradizionali.
 - Consumo energetico: NB-IoT è noto per il suo basso consumo energetico, il che lo rende ideale per dispositivi alimentati a batteria che devono operare per lunghi periodi senza la necessità di ricarica frequente.
 - Affidabilità: Poiché fa parte delle reti cellulari, NB-IoT offre solitamente una importante affidabilità e sicurezza dei dati.

➤ LoRa (Long Range):

- Rete LPWAN: LoRa è una tecnologia LPWAN progettata per consentire la comunicazione a lungo raggio con dispositivi a basso consumo energetico. Opera su bande di frequenza non autorizzate e richiede l'implementazione di gateway per la connettività alla rete Internet.
- Flessibilità: LoRa è noto per la sua flessibilità e adattabilità a diverse applicazioni. Può essere utilizzato in ambienti rurali e urbani, offrendo una copertura su lunghe distanze.
- Costi: In genere, l'implementazione di una rete LoRa può essere più economica rispetto all'utilizzo delle reti cellulari.

In funzione delle caratteristiche del contesto applicativo nel quale si dovrà implementare il monitoraggio delle stazioni di ricarica elettriche, in generale in alcuni casi potrà risultare conveniente utilizzare il 4G, in altri il WiFi, oppure l'NB-IoT o LoRa. A tal fine è necessario predisporre con soluzioni adattabili capaci da una parte di interfacciarsi al contatore elettronico per acquisirne i dati, e dall'altra di utilizzare tecnologie di comunicazioni più appropriate (GSM, WiFi, NB-IoT, LoRa,...) o anche adottare soluzioni ibride che sfruttano più tecnologie per massimizzare i vantaggi di ciascuna.

Le tecnologie applicate dai punti di ricarica sono coerenti con quanto disposto dal PNIRE.

4 Servizi e Sistemi di ricarica avanzati:

Tecnologia “*Vehicle-to-Grid*” (V2G)

ed elettronica di controllo “*Pulse Width Modulation*” (PWM)

4.1 Tecnologia “*Vehicle-to-Grid*” (V2G) ed applicazioni

La tecnologia cosiddetta “*Vehicle-to-Grid*” (V2G) permette di trasformare le auto elettriche in *vettori energetici* capaci di effettuare uno scambio di energia elettrica con la rete elettrica (*grid*).

Tale *ratio*, una volta tradottasi nel sistema di applicazione, consentirà a ciascun proprietario di un veicolo elettrico di diventare un fornitore di energia, contribuendo così alla razionalizzazione ed all’efficientamento del sistema elettrico. Ciò sarà reso fattibile mediante le fasi di ricarica dei veicoli ed in presenza delle infrastrutture necessarie all’uopo, al fine di predisporre che le *batterie* delle auto possano essere impiegate anche come *sistemi di accumulo energetico* a servizio della rete.

Come definito dal D.M. del 30.01.2020 ², i servizi erogabili da tali veicoli, nella fattispecie, possono essere suddivisi come segue:

- *servizi di riserva terziaria e bilanciamento*, articolati nelle modalità “a salire” e “a scendere”, nonché di *risoluzione delle congestioni*;
- servizi supplementari, quali:
 - a. *regolazione primaria e secondaria di frequenza*;
 - b. *regolazione di tensione* (ove tecnicamente fattibile).

La suddetta tecnologia “V2G” si colloca in un armonico e virtuoso scenario caratterizzato dal perseguimento di obiettivi votati sia alla sostenibilità ambientale sia a quella relativa alla mobilità, ergo, la messa a punto e conseguente diffusione di tale tecnologia consentirà un duplice avanzamento nei seguenti ambiti:

- un incremento in termini di *diffusività* dei veicoli elettrici, che parteciperanno al funzionamento della rete pubblica;
- un più organico e coerente *sfruttamento delle batterie* di tali veicoli in termini di maggiore sicurezza e flessibilità del sistema elettrico.

Al fine, dunque, di rendere la *standardizzazione* un processo assolutamente congruo e coerente con l’urgente necessità di uniformare e rendere accessibile e fruibile detta tecnologia, si rende noto che lo strumento chiave deputato a tale fine è rappresentato dal Protocollo IEC 15118, quale *protocollo di comunicazione* atto ad aprire il varco ad una transizione organica e ben strutturata in materia di integrazione veicolo-griglia.

La tecnologia “V2G” può essere altresì implementata rapidamente ed in maniera costante se e solo se i punti di interazione tra i due elementi – veicolo e rete – si riconoscono vicendevolmente. Ciò presuppone lo sviluppo di un parametro imprescindibile affinché tale processo sia correttamente attuato: *l’adattabilità*.

² D.M. del 30 gennaio 2020 - “*Vehicle-to-Grid*”: *criteri e modalità per favorire l’integrazione tra i veicoli elettrici e la rete elettrica*. D.M. in attuazione dell’art. 1, comma 11 Legge del 27.12.2017 n. 205.

Il focus del protocollo di comunicazione della tecnologia “V2G” si pone altresì l’obiettivo di garantire un *elevato grado di sicurezza* e, parallelamente, una sempre maggiore *flessibilità delle interazioni* tra i veicoli elettrici, le infrastrutture e i sistemi di ricarica e le reti.

4.1.1 Tecnologia “V2G”: *caratteristiche e situazione attuale sul territorio nazionale*

L’innovativa, nonché proficua, peculiarità intrinseca alla suddetta tecnologia fornisce notevoli contributi ed occasioni di attingimento (e fruizione) da parte delle reti - afferenti ai sistemi elettrici (pubblici e privati) - di *energia sostenibile*. Mediante l’impiego della tecnologia “*Vehicle-to-Grid*”, l’energia della batteria dei veicoli elettrici può essere utilizzata per alimentare le abitazioni, fornendo loro energia o condividendo l’energia immagazzinata con le reti elettriche con il progressivo incremento della domanda (Fig. 11). In relazione alla tecnologia dei semiconduttori di potenza, essa sarà essenziale nella sfida del V2G, avanzando nel contesto relativo all’elettrificazione e favorendo sempre nuove soluzioni di ricarica ed accumulo della batteria.

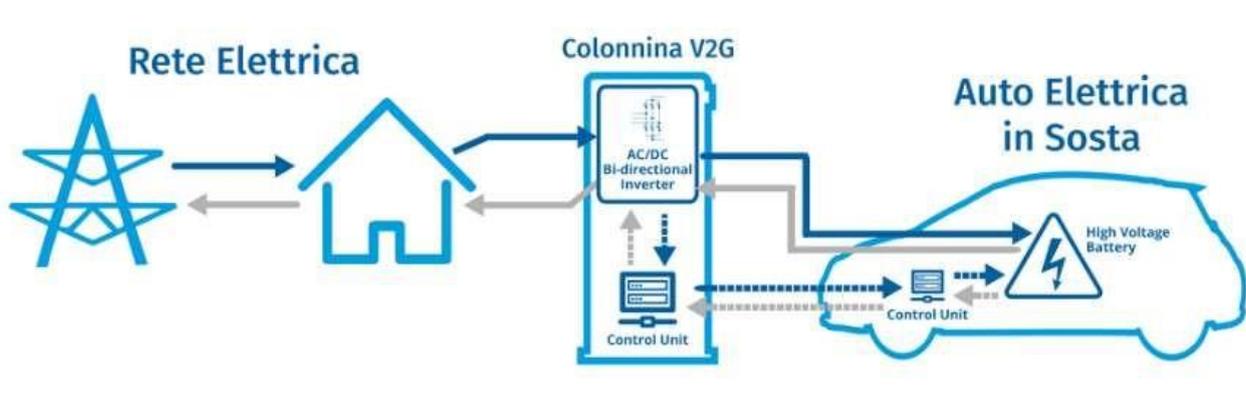


Figura 11. Schema relativo al funzionamento della tecnologia V2G: *ratio della ricarica intelligente bidirezionale.*

Tale tecnologia prevede, dunque, una modalità di ricarica che prevede la fornitura di servizi di rete da parte dei veicoli elettrici, sulla base di *flussi bidirezionali di energia dalla rete al veicolo e viceversa*. Alla data odierna, in relazione a quanto evinto dalla consultazione del report *Energy & Strategy*, meno dell’1% delle infrastrutture di ricarica sul mercato è predisposta alla modulazione bidirezionale del carico (V2G). Ciò equivale ad effettuare soltanto la ricarica del veicolo elettrico a meno dell’immissione dell’energia prodotta nel sistema elettrico, ossia in rete. In termini di predisposizione tecnologica, si nota che la flotta dei veicoli elettrici sul mercato italiano risulta essere protesa maggiormente sulla tecnologia di tipo V1G rispetto alla V2G. I principali fattori che, ad oggi, hanno inibito la predisposizione a quest’ultima tecnologia (V2G), inibendo così la modulazione bidirezionale della ricarica, sono riconducibili all’*incertezza* relativamente alle tipologie di ricarica che supporteranno la *bidirezionalità*.

Altro aspetto di rilevante importanza consiste nell’evidenziare che la suddetta tecnologia necessiterà, a sua volta, di una tecnologia ed annessa tipologia di ricarica rapida ed efficiente. La *capacità dei veicoli di ricaricarsi*

e restituire energia alla rete elettrica in tempi rapidi risulta essere fattore imprescindibile al corretto funzionamento e successivo sviluppo della tecnologia V2G stessa. Collateralmente, quindi, si fa presente che, ai fini di un costante ed incessante sviluppo della suddetta tecnologia, è necessario, nonché di fondamentale importanza, completarne l'impianto normativo-regolatorio.

4.1.2 Tecnologia "V2G": *risvolti ambientali ed economici*

In riferimento al contesto economico-ambientale in cui verterà la diffusione di sistemi di ricarica atti a garantire servizi capaci, a loro volta, di consentire l'innesco di pratiche virtuose e sostenibili, si pone l'accento su come e quanto la tecnologia "V2G" ponga le basi sulla considerazione delle batterie dei veicoli elettrici come *buffer* allo scopo di compensare il divario tra flussi di domanda ed offerta sulla rete.

In tal modo, l'energia rinnovabile immagazzinata aiuta a ridurre la dipendenza dagli impianti di generazione alimentati a combustibili fossili, riducendo, al contempo, le emissioni e i picchi di prezzo dell'energia. Tale vantaggio aumenta in funzione del numero di veicoli connessi, portando ad un *buffer* della batteria aggregato cumulativamente maggiore con ogni auto.

Un siffatto parco auto elettrico - in strettissima correlazione col sistema elettrico - permetterebbe di raggiungere una condizione di sostenibilità atta a generare un reale e fattivo *ecosistema energetico bidirezionale*.

4.2 Tecnologia "V2G": ricarica intelligente bidirezionale e protocolli di comunicazione

La tecnologia "V2G" si colloca in uno scenario proteso alla risoluzione di numerosi e notevoli *gap* relativi alla gestione del sistema di ricarica ed annessi servizi erogati. In relazione al ventaglio di *gap* interessante tale ambito, riflette maggiore risonanza il *gap* ed annesso dubbio relativamente alla capacità della rete di far fronte ai picchi di domanda, considerando una disarmonica richiesta in relazione all'offerta, allorché si registra un consumo di energia notevolmente più elevato rispetto alle potenzialità del sistema di ricarica e conseguente servizio.

Soluzione papabile a quanto appena esposto risulta essere lo sviluppo di una *ratio* basata sul concetto di "*ecosistema elettrico*". Tale *ecosistema* è caratterizzato, a sua volta, dalla capacità di trasferimento di energia non soltanto dalla sorgente verso la batteria ma anche in direzione opposta, al fine di rendere i veicoli elettrici, all'occorrenza, vere e proprie *riserve* a cui attingere, in circostanze critiche, allo scopo di stabilizzare la rete, evitando, in tal modo, condizioni di sovraccarico ed ulteriori anomalie di sistema.

Prospettando un'incidenza di erogazione di energia da ricarica in ogni sistema di ricarica maggiore durante le ore notturne, si evince che sia possibile disporre della riserva energetica durante le ore diurne, scongiurando così l'occorrenza di fenomeni di saturazione delle disponibilità di energia ed annessi punti di ricarica. Tale si configura il concetto pragmatico della cosiddetta *bidirezionalità* della ricarica intelligente.

Praticamente, trattasi di una configurazione di un sistema di ricarica V che scorre in due direzioni: mediante l'ausilio di un caricabatterie VE bidirezionale l'elettricità può fluire in entrambe le direzioni, ossia:

- rete → veicolo;
- veicolo → rete.

A valle dello strumento legislativo nazionale in auge dal 2020 (D.M. del 30 gennaio 2020) in cui il Ministero dello Sviluppo Economico ha stilato alcune linee guida in materia di *criteri e modalità atti a favorire la diffusione di tale tecnologia*, l'ARERA (Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente) ha focalizzato l'attenzione sulle regole inerenti alle colonnine di ricarica dotate di tecnologia V2G e sull'aggiornamento del sistema elettrico, al fine di *"promuovere la partecipazione dei veicoli elettrici al funzionamento della rete elettrica, studiando i meccanismi di ricarica e di accumulo ma anche di cessione di energia al sistema"*.

4.2.1 Protocolli di comunicazione in ambito nazionale ed europeo

Il settore dell'*automotive* in stretta e proficua sinergia con quello dell'elettricità e dell'energia sono proiettati a far fronte alla massiccia e sempre crescente domanda di energia. Tale sinergia necessita di un concreto adattamento della tecnologia V2G in termini di sistema di comunicazione adeguato alle esigenze tecniche e di fruizione del servizio erogato.

In materia di protocolli di comunicazione pertinenti a tale *focus*, se ne annoverano i seguenti:

- ISO/IEC 15118-1:2019: *Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 1: general information and use-case definition.*
- ISO/IEC 15118-20:2022: *Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements.*
- ISO/IEC 15118: protocollo di comunicazione afferente al *Combined Charging System (CCS)*, quale insieme di *standard per hardware e software* nei sistemi di ricarica. Data la versatilità di detto protocollo, viene utilizzato al fine di migliorare la ricarica, che può essere gestita con varie specifiche.
- IEC 63110 / IEC 63110-1:2022 ED1: *Protocol for management of electric vehicles charging and discharging infrastructures – Part 1: basic definition, use cases and architectures.*
- Ocpp 2.0: *Open Charge Point Protocol – Open Communication Protocol for CPO (Charge Point Operator)*: standard di comunicazione aperto che permette l'interoperabilità e risulta essere idoneo alla tecnologia V2G. Trattasi di un sistema intermediario o di entità di collegamento (sistema di comunicazione) tra il sistema di ricarica conduttivo o le stazioni di ricarica (sistemi di gestione delle stazioni di ricarica (CSMS)).
- IEC 61851:2019: sistema di ricarica conduttiva dei veicoli elettrici; IEC 61851-23:2014: stazione di ricarica dei veicoli elettrici in corrente continua (CC/DC); IEC 61851-24:2014: comunicazione digitale tra la stazione di ricarica in c.c. ed un veicolo elettrico per il controllo della ricarica in c.c.

ISO/IEC 15118-1:2019 e ISO 15118-20:2022: protocolli di comunicazione atti a fornire un meccanismo *Plug & Charge* che include un'autorizzazione utente e un definito livello di sicurezza. Lo *standard* specifica la comunicazione tra il veicolo e il caricabatterie EV per consentire un facile utilizzo della stazione di ricarica. Più precisamente, i conducenti di veicoli elettrici possono collegare il proprio veicolo a un caricatore pubblico senza necessariamente utilizzare un'*app* mobile o una carta di credito. Il veicolo instaura un "dialogo" con il caricatore³. Altro dettaglio di notevole importanza consiste nel fatto che ISO 15118 consente ai veicoli elettrici e alle stazioni di ricarica di trasferire i dati energetici tra loro. Praticamente, il veicolo informa la stazione di ricarica circa il quantitativo di energia richiesto dalla rete. Si fa presente, altresì, che dati energetici accurati provenienti dal veicolo elettrico consentono ai sistemi *software* centrali di prendere decisioni migliori per i concetti di gestione del carico (chiamato anche *Smart Charging*).

Tale norma fornisce il protocollo di comunicazione HLC (*High Level Communication*) tra il veicolo elettrico (EV) ed il suo sistema di ricarica (EVSE), definendo una panoramica generale ed una comprensione comune degli aspetti che influenzano le operazioni qui, di seguito, riportate:

- identificazione;
- associazione;
- controllo di carica o scarica;
- ottimizzazione;
- pagamento;
- livellamento del carico;
- sicurezza informatica;
- tutela della *privacy*.

Tale norma offre, altresì, una interfaccia interoperabile EV-EVSE a tutti gli attori della mobilità elettrica oltre al SECC (*Supply Equipment Communication Controller*). Importante sottolineare che detta serie ISO 15118 non specifica la comunicazione interna del veicolo tra la batteria ed altre apparecchiature interne.

IEC 63110-1:2022: nuovo *standard* internazionale in fase di sviluppo finalizzato alla definizione di un protocollo per la "*gestione delle infrastrutture di ricarica e scarica dei veicoli elettrici*". Standardizzerà i protocolli per EV, EVSE, sistema di gestione delle stazioni di ricarica e servizi di rete. Di seguito, in figura 12, si riporta la configurazione operativa relativa al *Charge Point Operator* (CPO) rispondente al suddetto protocollo di comunicazione (*Protocol for Management of Electric Vehicles charging and discharging infrastructures*).

³ In termini di fruizione, si precisa che la casa tedesca Mercedes Benz e altri produttori lo hanno implementato con i loro modelli più recenti per rendere la ricarica più conveniente.

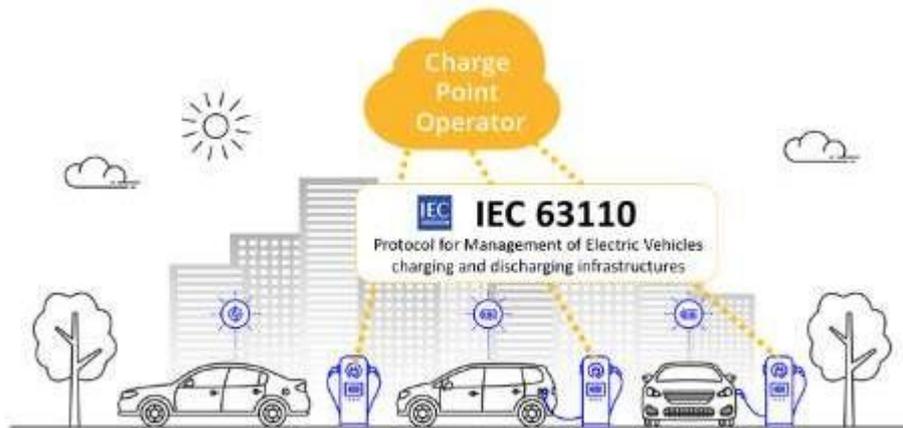


Figura 12. Configurazione operativa inerente al CPO relativo al protocollo di comunicazione IEC 63110.

(Protocol for Management of Electric Vehicles charging and discharging infrastructures).

La figura sottostante (fig. 13) mostra l'architettura generale dello standard internazionale riportato dalla norma IEC 63110-1:2022, descrivendone principalmente la comunicazione tra stazioni di ricarica e CMS o CPO. Poiché le informazioni provengono da molti attori secondari (SA), detta norma diventa molto rilevante per le *utility* come i gestori dei sistemi di distribuzione (DSO) o i fornitori di servizi di mobilità elettrica (eMSP).

In breve, la norma IEC 63110 regola le seguenti operazioni ed annessi ambiti

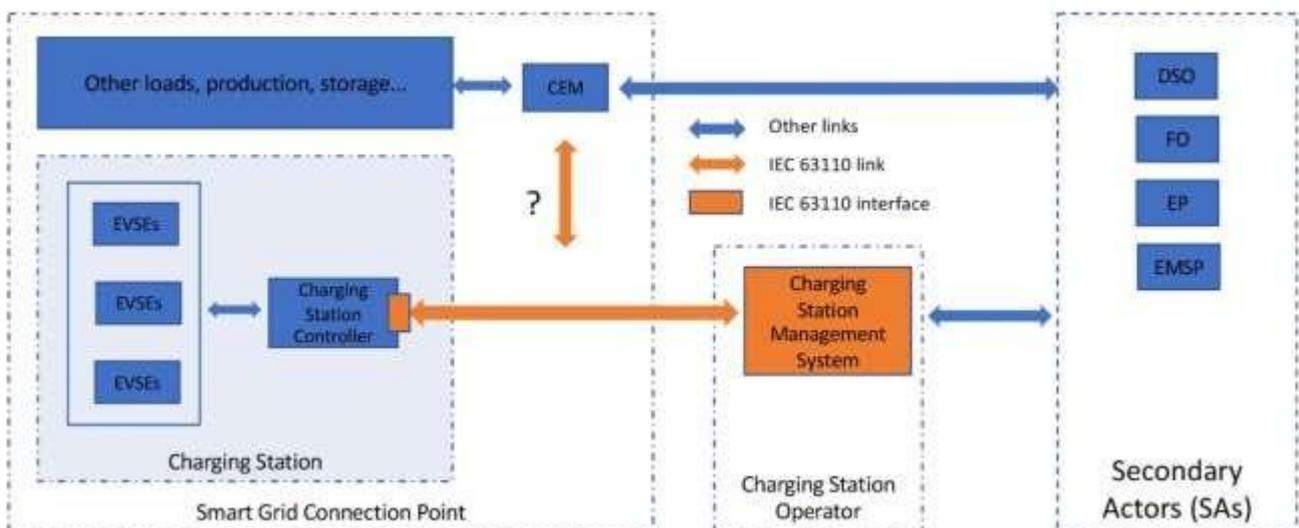


Figura 13. Architettura generale della ratio di funzionamento regolato dalla norma IEC 63110-1:2022 (standard internazionale).

- gestione del trasferimento di energia (ad es.: sessione di ricarica), reportistica, compresi gli scambi di informazioni relativi all'energia richiesta, all'utilizzo della rete, ai dati contrattuali, ai dati di misurazione;
- gestione delle infrastrutture di ricarica e scarica dei veicoli elettrici;

- gestione delle risorse delle apparecchiature di fornitura di veicoli elettrici, inclusi controllo, monitoraggio, manutenzione, provisioning, aggiornamenti del *firmware* e configurazione (profili) delle apparecchiature di fornitura di veicoli elettrici;
- autenticazione/autorizzazione/pagamento delle sessioni di carica e scarica (incluse le informazioni su *roaming*, prezzi e misurazione);
- fornitura di altri servizi di mobilità elettrica (prenotazione);
- sicurezza informatica.

Inoltre, affronta i requisiti generali per la creazione di un ecosistema di mobilità elettrica, coprendo quindi i flussi di comunicazione tra i diversi attori della mobilità elettrica e i flussi di dati con il sistema elettrico.

Dal punto di vista operativo, il suddetto protocollo di comunicazione, facilitando l'operatività dei sistemi bidirezionali di ricarica, si presta altresì a fondersi con un altro protocollo denominato OCPP – *Open Charge Point Protocol*.

- OCPP: *Open Charge Point Protocol* esiste tra le stazioni di ricarica (*Electric Vehicle Supply Equipment*) e il sistema centrale. Tale sistema centrale è un *software back-end* che riceve e controlla le informazioni riguardanti le sessioni di ricarica, le prenotazioni e gli aggiornamenti. Inoltre, OCPP 1.6 (e 2.0) permette la ricarica intelligente, una caratteristica altamente desiderabile per il bilanciamento del carico e altri vantaggi.

La ricarica intelligente comporta un sistema in cui gli elementi della rete di veicoli elettrici, compresi i veicoli elettrici, le stazioni di ricarica e gli operatori di ricarica, condividono connessioni di dati e accedono a dettagli specifici. Tutte le versioni di OCPP utilizzano anche una piattaforma aperta per collegare gli EVSE con il sistema di *back-end* basato su *cloud* per favorire e facilitare le operazioni di comunicazioni.

Le entità di collegamento del suddetto protocollo possono essere divise in protocolli *front-end* e *back-end*. Il protocollo *front-end* è responsabile del collegamento dell'auto, delle stazioni di ricarica e delle prese.

Il sistema di ricarica conduttivo comprende un sistema interattivo, un sistema di dati protetti e un'attrezzatura di ricarica a bordo. Il protocollo *back-end* per OCPP collega la stazione di ricarica e l'utente terzo. Il protocollo OCPP è caratterizzato dalle seguenti finalità operative:

- *apertura*;
- *interoperabilità*;
- *maturità*;
- *adozione del mercato*.

La caratteristica relativa all'*apertura* del protocollo OCPP rende possibile ad ogni tipo di veicolo elettrico e di entità di mobilità elettrica di utilizzare il processo di sviluppo del protocollo V2G. L'*interoperabilità* permette a più sistemi di lavorare contemporaneamente senza restrizioni.

La *maturità* dimostra che i protocolli OCPP possono essere aggiornati, utilizzati in tempo reale e sono stati sottoposti a diversi test da parte degli utenti. Il fatto che molti utenti lo abbiano adottato mostra il livello della sua adozione da parte del mercato.

Al fine, dunque, di rappresentare il quadro normativo e regolatorio in materia di V2G, si riporta, di seguito, una schematizzazione funzionale all'uopo (fig. 14).

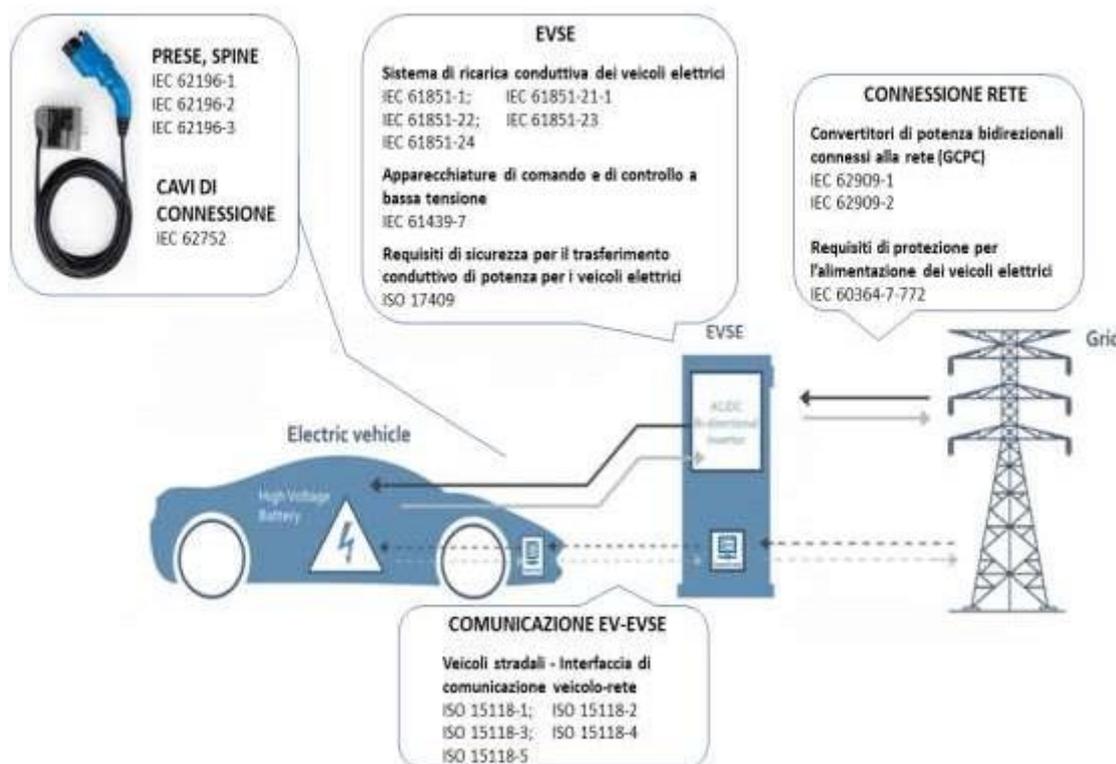


Figura 14. Rappresentazione grafica delle interazioni EV-EVSE-Grid in relazione al quadro normativo e regolatorio europeo e nazionale vigente in materia di V2G.

4.2.1.1 Protocolli di comunicazione V2G: relazioni tra IEC 63110 e OCPP

IEC 63110 e OCPP sono sistemi di protocolli di base necessari nell'ambito della tecnologia V2G ai fini di una comunicazione efficace. Dal punto di vista operativo, si presentano pressoché simili, caratterizzati altresì da una singolarità ed unicità in termini di funzionalità e specifiche. Nella fattispecie:

1. OCPP e IEC 63110 riflettono una similarità di fondo in materia di finalità, contraddistinti, al contempo, da alcuni aspetti vantaggiosi l'uno rispetto all'altro. Tuttavia hanno profonde somiglianze nelle seguenti operazioni:
 - capacità di gestione della rete;
 - autenticazione;
 - autorizzazione dei pagamenti (IEC 63100 caratterizzato da più caratteristiche);
 - gestione del trasferimento di energia;
 - gestione delle apparecchiature dei veicoli elettrici.

2. OCPP e IEC 63110 offrono entrambi vantaggi simili nel ridurre notevolmente (od eliminare) i tempi di attesa durante l'integrazione e le sfide informatiche. Offrono, inoltre, un'interoperabilità attiva di notevole rilevanza per l'utenza finale e gli operatori del settore.
3. OCPP e IEC 63110 sono le grandi forze trainanti per la condizione di lavoro efficiente delle stazioni di ricarica conduttive e degli utenti (operatori).
4. OCPP ha specifiche uniche come l'autorizzazione del processo di ricarica tra l'EV e la rete elettrica. Inoltre, è responsabile del processo di autenticazione e fatturazione quando gli utenti pagano per il servizio di ricarica. Mentre OCPP e IEC 63110 hanno una funzione abbastanza simile qui, alcuni esperti credono che l'IEC 63110 sia un aggiornamento dell'OCPP e abbia un sistema di interazione e comunicazione migliore per la mobilità elettrica.
5. OCPP è dotato di una versione aggiornata per fornire un servizio di *ricarica intelligente*.

Gli utenti possono programmare o prenotare una carica quando preferiscono. Inoltre, è *open-source* e gratuito senza alcuna restrizione ad un singolo fornitore. L'ICE 63110 risulta essere l'ultimo progetto del *Joint Working Group* (JWG 11) del comitato tecnico IEC istituito da tre paesi europei (Germania, Francia e Italia). L'ICE 63110 copre la gestione della ricarica dei veicoli elettrici e ogni altra infrastruttura associata ad essa.

Concludendo, l'aspetto vantaggioso del protocollo IEC 63110 rispetto al protocollo OCPP consiste, in primis, nella nuova concezione in termini di *ratio*, poiché dotato di un migliore *sistema di ricarica topologico* e di una efficace *integrazione della rete*. Inoltre, il sistema di comunicazione di supporto incorporato nella IEC 63110 rivaleggia con qualsiasi altro progetto grazie alla nuova architettura di controllo della mobilità elettrica.

4.3 Quadro normativo e regolatorio in ambito nazionale ed europeo

In materia di legislazione finalizzata a regolare e regolamentare tale settore, si rende noto che il primo passo – in contesto europeo - verso tale direzione è stato avanzato con la Direttiva 2014/94/UE del 22 ottobre 2014, nota anche come AFID (*Alternative Fuels Infrastructure Directive*), allo scopo di sancire una serie di misure per la realizzazione di una infrastruttura destinata ai combustibili fossili, finalizzata a ridurre al minimo la dipendenza dal petrolio ed attenuare l'impatto ambientale interessante il settore dei trasporti, individuando ed identificando, al contempo, il veicolo elettrico in termini di risorsa. Si sintetizzano, di seguito, le principali norme da applicare per un sistema di comunicazione e la connessione tra il veicolo e la rete elettrica.

D. Lgs. 16 dicembre 2016, n. 257 – Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio.

Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad Energia Elettrica approvato dal MIT, con DPCM del 26 settembre 2014 e pubblicato nella G.U. n° 280 del 02.12.2014.

Legge 7 agosto 2012, n. 134 – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante “*Misure urgenti per la crescita del Paese*” (cfr. G.U. n° 187 dell’11 agosto 2012 – Suppl. ordinario n. 171) – *Art. 17 septies* Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica.

Legge 11 settembre 2020, n. 120 – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante “*Misure urgenti per la semplificazione e l’innovazione digitali (Decreto Semplificazioni)*” (cfr. G.U. n. 228 del 14 settembre 2020).

In relazione a quanto richiesto dal presente progetto, si ritiene opportuno menzionare quanto di seguito riportato, riportando, altresì, i riferimenti normativi relativi alla *tipologia di alimentazione ed interfaccia dei modi di ricarica 3 e 4*, rispettivamente (tab. 8).

Tabella 8. Configurazione modi di ricarica 3 e 4 in relazione alle specifiche come da normativa vigente.

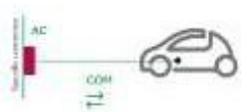
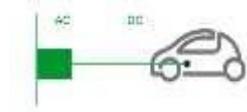
Modo	Configurazione	Limiti/limitazioni			Alimentazione ed Interfaccia	Protezione RCD	Applicazioni
		Fasi	Corr.	Tensione			
3 (*)	 EVSE connesso alla rete CA, fornisce EV tramite cavo <i>tethered</i> o presa di corrente con comunicazione bidirezionale	1φ	32A	250V	CA (AC), dedicata (IEC 62196-2)		CA lenta e rapida (slow and quick AC)
		3φ	32A	480V			
4 (**)	 EVSE rettifica la rete CA e fornisce alimentazione CC ai veicoli elettrici utilizzando un cavo collegato con comunicazione bidirezionale	–	200A	400V	CC (DC), dedicated (IEC 62196-3)		CC veloce (“fast DC”)
Note	(*): EVSE permanentemente connesso alla rete elettrica; include protezione RCD e comunicazione bidirezionale (EVSE/EV). Tipica installazione di caricabatterie CA pubblica. Configurazione <i>tethered</i> (cavo collegato in modo permanente) e <i>untethered</i> (solo presa dedicata). (**): conversione corrente gestita da EVSE, non da EV.						

Tabella 9. Quadro normativo e regolatorio vigente relativo alle specifiche tecniche e gestionali dei sistemi di ricarica in ambito nazionale ed europeo.

Norma: ISO 15118	
Rif. norma	Specifiche e requisiti
UNI EN ISO 15118-1:2019	Informazioni generali e definizione dei casi d'uso
UNI EN ISO 15118-2:2016	Requisiti per il Protocollo di rete e di applicazione: specifica la comunicazione tra EV (veicoli elettrici) e i sistemi di ricarica per EV (colonnina)
UNI EN ISO 15118-3:2016	Requisiti per i livelli fisico e di collegamento (per EV basati sulla tecnologia di comunicazione cablata e l'installazione fisica di ricarica)
UNI EN ISO 15118-4:2019	Prove di conformità del protocollo di applicazione e della rete
UNI EN ISO 15118-5:2019	Prove di conformità del layer fisico e dei layer di collegamento dei dati
UNI EN ISO 15118-8:2019	Requisiti del layer fisico e dei layer di collegamento dei dati per la comunicazione senza fili (tra EV ed attrezzature di rifornimento per EV)
Norma: IEC 61851	
Sistema di ricarica conduttiva dei veicoli elettrici	
Protocollo di comunicazione LLC (<i>Low Level Communication</i>) basato su un sistema PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	
IEC 61851-1:2019	Requisiti generali Esplicita le caratteristiche e le condizioni operative dei sistemi di ricarica degli EV; specifica i tipi di connessione tra il veicolo ed il sistema di ricarica.
IEC 61851-21-2:2021	Requisiti EMC per sistemi di ricarica per veicoli elettrici fuori bordo - Requisiti dei veicoli elettrici per il collegamento conduttivo all'alimentazione CA/CC.
IEC 61851-21-1:2017	Requisiti EMC (compatibilità elettromagnetica) del caricabatterie di bordo del veicolo elettrico per il collegamento conduttivo all'alimentazione CA/CC.
IEC 61851-23: 2014	Stazione di ricarica dei veicoli elettrici in CC (modalità 4)
IEC 61851-24:2014	Comunicazione digitale tra la stazione di ricarica in CC ed un veicolo elettrico per il controllo della ricarica in CC.

Norma: IEC 61296 Spine, prese fisse, connettori mobili e fissi per veicoli elettrici Principio di <i>interoperabilità</i> delle stazioni di ricarica e dei veicoli	
Rif. norma	Specifiche e requisiti
IEC 61296-1:2014	<p>Requisiti generali Interfaccia tra veicolo elettrico e stazione di ricarica</p> <p>Requisiti meccanici ed elettrici generali Test per spine, prese, connettori del veicolo e prese del veicolo (ricarica)</p>
IEC 61296-2:2014	<p>Requisiti dimensionali di compatibilità e intercambiabilità per i connettori in corrente alternata (CA). Descrizione di progetti specifici di spine, prese, connettori per veicoli utilizzati per la ricarica AC di veicoli elettrici nelle <i>modalità</i> 1, 2, 3 (come descritto nella norma IEC 61851-1).</p> <p>Configurazioni dei design specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo 1 - SAE J1772-2009 (Yazaki) - Tipo 2 - VDE-AR-E 2623-2-2 (Mennekes) - Tipo 3 - EV Plug Alliance (Scaem)
IEC 61296-3:2014	<p>Requisiti dimensionali di compatibilità e intercambiabilità per i connettori in corrente continua e i convertitori AC/DC (CA/CC). Descrizione di progetti specifici di connettori per veicoli e prese per veicoli utilizzati per la ricarica CC di veicoli elettrici in <i>modalità</i> 4 (come descritto nella norma IEC 61851-1 e IEC 61851-23).</p> <p>Configurazioni dei design specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo 4 – JEVS G105-1993: CHAdeMO - CSS Combo
Norma: CEI EN IEC 61439 Quadri di potenza a bassa tensione (quadri BT) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (tensione nominale ≤ 1000 V (CA); tensione nominale ≤ 1500 V (CC))	
CEI EN IEC 61439-1:2022	<p>Regole generali Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione</p>
CEN EN IEC 61439-7:2020	<p>Apparecchiature di comando e di controllo a bassa tensione</p> <p>Parte 7 – Apparecchiature per applicazioni specifiche come [...] stazioni di ricarica per veicoli elettrici Requisiti relativi agli assemblaggi destinati a stazioni di ricarica per veicoli elettrici (AEVCS) per la <i>modalità</i> 3 e <i>modalità</i> 4. Progettati al fine di apportare integrazioni in materia di <i>funzionalità e requisiti aggiuntivi</i> per sistemi di ricarica conduttiva per veicoli elettrici (secondo la Norma IEC 61851-1).</p>

Norma: UNI EN ISO 17409:2020
Veicoli stradali elettrici – Trasferimento di potenza conduttivo
Requisiti di sicurezza

Rif. norma	Specifiche e requisiti
UNI EN ISO 17409:2020	<p>Requisiti di sicurezza elettrica per il collegamento conduttivo dei veicoli stradali a propulsione elettrica ai circuiti elettrici esterni</p> <p>I circuiti elettrici esterni comprendono alimentatori elettrici esterni e carichi elettrici esterni.</p> <p>Requisiti per le <i>modalità di ricarica</i> 1, 2 e 3 (definite nella norma IEC 61851-1).</p> <p>Requisiti per il trasferimento di energia inversa.</p> <p>Requisiti relativi al collegamento ad una stazione di ricarica DC EV isolata (secondo la norma IEC 61851-23).</p> <p>Protezione contro sovracorrenti, sovratensioni, cortocircuiti, incendi, etc..</p>

Norma: IEC 62909:2019
Convertitori di potenza bidirezionali connessi alla rete (GCPC)
GCPC – *Grid-Connected Power Converters*

IEC 62909-1:2019	<p>Requisiti relativi ai convertitori per la connessione alla rete</p> <p>Aspetti generali dei GCPC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - terminologia - specifiche tecniche - prestazioni - sicurezza - architettura del sistema: interazione tra <i>inverter</i> e convertitori - definizione casi/test di prova
IEC 62909-2:2019	<p>Requisiti di interfaccia GCPC per particolari risorse energetiche distribuite</p> <ul style="list-style-type: none"> - veicoli elettrici (EV) - batterie e sistemi fotovoltaici (PV)

Norma: IEC 60364-7-722:2018
Requisiti di protezione per i contatti diretti e indiretti e per le sovracorrenti (interruttori)

IEC 60364-7-722:2018	<ul style="list-style-type: none"> - Protezione contro le scosse elettriche - Sistemi di trasferimento di potenza wireless - EV funzionante come sorgente in parallelo con altre sorgenti - Controllo di sovratensione
-----------------------------	--

<p>IEC 60364-7-722:2018</p>	<p>Requisiti di protezione per i contatti diretti ed indiretti e per le sovracorrenti (interruttori) – applicabile a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circuiti previsti per alimentare i veicoli elettrici ai fini della loro carica; - Protezioni in caso di corrente che fluisce dai veicoli elettrici verso la rete di alimentazione privata e pubblica.
<p>Norme in materia di procedure di test di un sistema con tecnologia V2G</p>	
<p>Norma: EN IEC 62933 Sistemi di accumulo di energia elettrica (EES) - Parametri dell'unità e metodi di prova. <i>EES – Electrical Energy Storage</i></p>	
<p>Rif. norma</p>	<p>Specifiche e requisiti</p>
<p>IEC 62933-2-1: 2018 (*)</p>	<p>Specifica generale</p> <p>Prestazioni del sistema EES e definizione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parametri dell'unità - metodi di prova
<p>Note</p>	<p>(*) Norma rientrante nell'<i>Environmental Impact Assessment</i> (13.020.30) – Valutazione Impatto Ambientale (VIA)</p>
<p>Norma: IEC 61727:2004 Impianti/sistemi di fotovoltaici (PV) – Caratteristiche dell'interfaccia di utenza <i>PV Systems – Photovoltaic Systems</i></p>	
<p>IEC 61727:2004</p>	<p>Requisiti minimi relativi ai seguenti parametri:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fattore di potenza - distorsioni armoniche max ammissibili - valori max CC immessa nella rete <p>Applicata a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sistemi di alimentazione PV interconnessi alle utenze funzionanti in parallelo con l'utenza; - sistemi che utilizzano inverter statici (a stato solido) senza isola per la conversione da CC a CA. <p>Requisiti relativi all'interconnessione degli impianti PV al sistema di distribuzione dell'utenza</p>

<p>Norma: IEEE 1547 Procedure di test di conformità allo Standard IEEE per apparecchiature che interconnettono risorse energetiche distribuite con sistemi di alimentazione elettrica e interfacce associate IEEE – <i>Institute of Electrical & Electronic Engineers</i></p>	
<p>IEEE 1547-1:2020</p>	<p>Prove standard di conformità per le apparecchiature di interconnessione. Specifiche generali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tipo - produzione - messa in servizio - test e valutazioni periodiche
<p>Norma: UL 1741:2022 UL – Standard per <i>inverter</i> di sicurezza, convertitori, controllori e apparecchiature per sistemi di interconnessione (ISE) da utilizzare con risorse energetiche distribuite ISE – <i>Interconnection System Equipment</i></p>	
<p>Rif. norma</p>	<p>Specifiche e requisiti</p>
<p>UL 1741:2022</p>	<p>Requisiti relativi ai seguenti componenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>inverter</i> - convertitori - regolatori di carica - apparecchiature del sistema di interconnessione (ISE) <p>Componenti destinati all'uso in sistemi di alimentazione autonomi (non connessi alla rete) o interattivi (connessi alla rete):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>inverter</i>, convertitori, ISE interattivi progettati per funzionare in parallelo con un sistema di alimentazione elettrica (EPS); allo scopo di fornire alimentazione a carichi continui.

Tabella 10. Quadro normativo e regolatorio nazionale in materia di Tecnologie "Vehicle-to-Grid" (V2G): strumenti legislativi e regolamentari vigenti al marzo 2023.

Quadro normativo e regolatorio nazionale in materia di Tecnologia V2G Strumenti e disposizioni legislativi e regolamentari vigenti al 2023 (marzo 2023)	
Rif. legislativo/norma	Specifiche e requisiti
<p style="text-align: center;">Legge n.134 07.08.2012</p> <p style="text-align: center;">Art. 17-septies PNIRE</p>	<p>“Misure urgenti per la crescita del Paese”</p> <p>Art. 17-septies: redazione del Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad Energia Elettrica – PNIRE</p> <p>Principali obiettivi del PNIRE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - garantire un numero di colonnine di ricarica presenti adeguato - garantire prezzi ragionati che non includano sovrapprezzi della ricarica proibitivi - realizzazione della rete infrastrutturale sul territorio - individuazione delle classi delle infrastrutture di ricarica: normal power (slow charging): ≤ 3.7 kW medium power (quick charging): 3,7 ÷ 22 kW (*) high power (fast charging): > 22 kW (**) - standardizzazione dei tipi di ricarica, in ambito pubblico (lato infrastruttura) di tipo <i>Normal Power</i> e <i>Medium Power (quick charging)</i>: modo di ricarica “modo 3” e connettore “Tipo 2”.
<p style="text-align: center;">D. Lgs. n. 257 16.12.2016</p> <p style="text-align: center;">Attuazione Direttiva 2014/94/UE</p>	<p>Realizzazione infrastrutture di ricarica per i combustibili alternativi.</p> <p>Requisiti minimi per la costruzione di infrastrutture di infrastrutture di ricarica per i combustibili alternativi (inclusi i punti di ricarica per i veicoli elettrici).</p> <p>Art. 15: definizione delle misure per agevolare la realizzazione dei punti di ricarica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - predisposizione all’allaccio per la possibile installazione di infrastrutture elettriche di ricarica dei veicoli per gli edifici di nuova costruzione o ristrutturazione. <p>Allegato 1: specifiche tecniche necessarie per i punti di ricarica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punti di ricarica di potenza standard e di potenza elevata a CA; - Punti di ricarica di potenza elevata a CC per veicoli elettrici muniti, ai fini di interoperabilità, almeno di connettori del sistema di ricarica combinato “Combo 2” (come descritto nella norma EN 62196-3).
<p style="text-align: center;">D.M. 30.01.2020</p> <p style="text-align: center;"><< Vehicle-to-Grid >></p>	<p>Criteria e modalità per favorire la diffusione della tecnologia di integrazione tra i veicoli elettrici e la rete elettrica, denominata <i>Vehicle-to-Grid</i>.</p>

<p>Decreto V2G</p>	<p>V2G stabilisce in che modo i veicoli elettrici, attraverso le colonnine di ricarica bidirezionale, possano partecipare al mercato per i <i>servizi di dispacciamento</i> (MSD).</p>
<p>Rif. legislativo/norma</p>	<p>Specifiche e requisiti</p>
<p>D.M. 30.01.2020</p> <p><< Vehicle-to-Grid >></p> <p>Decreto V2G</p>	<p><u>In ambito di infrastrutture di ricarica: “accesso in forma aggregata” tramite le cosiddette Unità Virtuali Abilitate Miste (UVAM)</u>, ossia aggregazioni di unità di produzione non rilevanti, programmabili o no programmabili (inclusi i sistemi di accumulo o “<i>stand alone</i>”) e di unità di consumo.</p> <p>Art. 3 c. 3 – Individuazione delle specifiche tecniche minime da parte dell’Autorità, perseguendo <i>principi di semplicità ed economicità</i>.</p> <p>Razionalizzazione delle specifiche tecniche e costruttive dei dispositivi, identificando soluzioni minime ai soli fini dell’erogazione dei servizi ancillari.</p> <p><u>In materia di veicoli elettrici:</u> il Decreto V2G impone che l’Autorità energetica favorisca la partecipazione dei mezzi al mercato dei servizi provvedendo alla copertura, anche in via forfettaria, dei costi aggiuntivi connessi alla installazione dei dispositivi e dei sistemi di misura, definendo le condizioni necessarie per accedere al beneficio.</p> <p>Specifiche e modalità relative al meccanismo dello scambio sul posto, con modalità semplificate definite dall’ARERA, anche ai punti di connessione con presenza di infrastrutture di ricarica, quali:</p> <ol style="list-style-type: none"> [...] il contributo in conto scambio è erogato esclusivamente in riferimento alla <i>produzione dell’impianto a fonti rinnovabili o cogenerativo ad alto rendimento</i>; i benefici previsti dallo scambio sul posto sono applicati in riferimento alla sola energia prelevata dalla rete alla quale vengono applicate le componenti tariffarie variabili. <p><u>Dichiarazione 201/2020/R/EEL – ARERA (Autorità dell’Energia): orientamenti relativi alla partecipazione dei veicoli elettrici al mercato per il servizio di dispacciamento, per il tramite delle infrastrutture di ricarica dotate di tecnologia “Vehicle-to-Grid” (V2G).</u></p> <p><u>Infrastruttura di ricarica dotata di tecnologia V2G</u> è classificata tra i <u>sistemi di accumulo</u>, in quanto le batterie elettrochimiche dei veicoli possono operare come generatori di energia elettrica anche quando il veicolo è collegato dalla rete elettrica.</p>

<p>D.M. 30.01.2020</p> <p><< Vehicle-to-Grid >></p> <p>Decreto V2G</p>	<p><u>In materia di sistemi di accumulo: deliberazione 574/2014/R/EEL</u></p> <p>I sistemi di accumulo sono equiparati alle unità di produzione secondo le modalità già previste dalla richiamata deliberazione. Il punto di connessione, identificato dal codice POD, è riferito all'unità di produzione ed è nella titolarità del soggetto che gestisce l'unità medesima; tale punto di connessione può anche essere condiviso con altre unità di produzione o di consumo eventualmente presenti.</p> <p>Regolazione del dispacciamento (incluso il progetto pilota UVAM) in conformità con il rispetto del principio di neutralità tecnologica: la regolazione non è differenziata sulla base delle fonti o delle tecnologie ed è, pertanto, accessibile anche ai veicoli elettrici in grado di prestare servizi ancillari (indipendentemente dal fatto che le relative infrastrutture di ricarica abbiano configurazione V1G e V2G).</p> <p>Art. 3 c.2 – Potenza modulabile e principio di neutralità tecnologica: [...] almeno nel caso di UVAM costituite esclusivamente da infrastrutture di ricarica, la potenza modulabile, a salire e/o a scendere, possa essere ridotta dall'attuale 1 MW fino a 0,2 MW, ritenendo opportuno salvaguardare il principio di neutralità tecnologica.</p>
--	--

4.4 Elettronica di controllo: *Pulse Width Modulation (PWM)*

Il vasto corredo relativo ai numerosi e significativi progressi in ambito *meccatronico* hanno indotto un forte avanzamento evolutivo della componente elettronica, rendendola parte integrante e predominante dell'intero *sistema* ed annesso *ecosistema veicolare ed infrastrutturale elettrico*.

Lo stadio evolutivo, che tale elaborato progettuale si appresta a rendere noto, pone sotto i riflettori un settore specifico del comparto *automotive* afferente al più specifico contesto relativo all'*elettronica di controllo*. Trattasi di una tecnologia comunemente utilizzata all'interno di dispositivi elettrici e protocolli di comunicazione allo scopo di *modificare la tensione* (e, quindi, la potenza) di un carico elettrico.

Ormai le centraline (ECU) detengono funzioni e funzionalità mirate al controllo ed alla conseguente gestione dei vari attuatori mediante comandi in PWM (*Pulse Width Modulation*), ossia modulazione a variazione dell'ampiezza d'impulso. La *modulazione PWM* consiste in un segnale in grado di regolare la tensione in uscita a partire da una sorgente in corrente continua ed, al contempo, di limitare notevolmente la potenza dissipata dal sistema elettrico.

La *ratio* di funzionamento di un circuito PWM dipende da un interruttore posto tra sorgente e carico che esegue un'azione ON/OFF ad alta velocità, generando un valore di tensione medio rispetto alla piena capacità del sistema.

La finalità della regolazione - espletata dalla suddetta tecnologia PWM - consiste nel permettere il funzionamento di un dispositivo ad un valore minimo della sua alimentazione standard, dato che non è possibile avviare un componente elettrico, non ottemperando alle caratteristiche minime fornite per l'avviamento. Inoltre, tale tecnologia è in grado di garantire la sicurezza del processo di ricarica, sia in ambito civile (incolumità dell'utenza fisica) sia in ambito strutturale.

Per quanto attiene agli aspetti vantaggiosi della tecnologia, oggetto di trattazione del presente paragrafo, si ritiene opportuno menzionarne uno dalla valenza applicativa assai significativa, ossia la *drastica riduzione della potenza dissipata con una maggiore efficienza del sistema*. Il passaggio tra i due stati di accensione e spegnimento (in cui non è prevista alcuna perdita di potenza) avviene in un tempo molto più breve rispetto allo standard: ergo, si registra che il valore della *potenza dissipata* risulta assai inferiore in rapporto ai valori del medesimo parametro in erogazione.

In ottemperanza alla normativa vigente, si fa riferimento alla norma IEC 61851-1 (elettronica di controllo).

4.4.1 Tecnologia PWM: utilizzo ed applicazioni nel comparto *automotive*

In ambito *automotive*, la tecnologia PWM viene espletata mediante dispositivi opportunamente installati in relazione alla modalità di ricarica. Di seguito, lo scenario che meglio risponde e corrisponde alle caratteristiche tecnico-operative e finalità progettuali del presente lavoro.

In ottemperanza alla norma precedentemente citata e descritta (IEC 61851-1), l'applicazione del dispositivo deputato all'espletamento della tecnologia *Pulse Width Modulation* è definito *Control Box*. Nella fattispecie, poiché le caratteristiche ed esigenze progettuali prevedono un servizio di ricarica avanzato (ricarica veloce (*fast/ultrafast* in regime di corrente continua), si fa riferimento alla modalità di ricarica 4 (fig. 15).

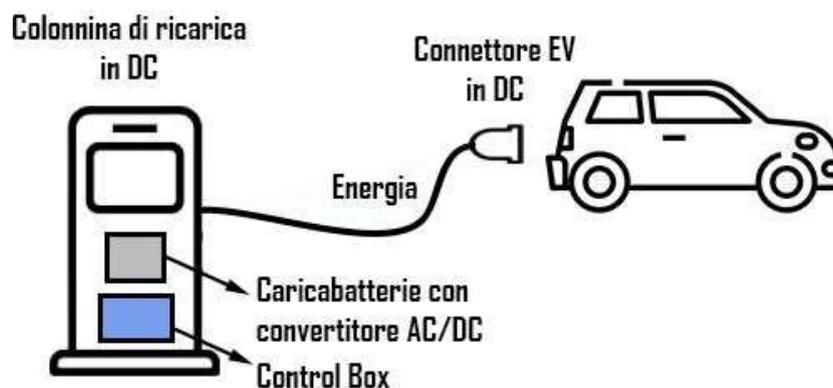


Figura 15. Scenario di ricarica: modalità di ricarica 4 (ricarica veloce in regime di CC (DC)) supportata da tecnologia PWM (dispositivo *Control Box*).

In relazione ai dettagli tecnico-operativi inerenti al circuito PWM, si fa presente quanto segue:

- Circuito PWM: dispositivo di sicurezza utilizzato per lo scambio di segnali tra il veicolo elettrico e la colonnina di ricarica. Tale dispositivo è obbligatorio per il modo 3 di ricarica. Per veicoli senza PWM ma con resistenza, il PWM funziona in modo semplificato e limitato a 16A.
- Resistor Coding: dispositivo di sicurezza presente all'interno della colonnina che valuta se la sezione del cavo di collegamento è idonea a supportare la corrente erogata.

5 Sicurezza:

sistemi di protezione per la ricarica dei veicoli elettrici

5.1 Principali prescrizioni

La Sezione 722 della Norma CEI 64-8 prescrive che, per la connessione dei veicoli elettrici, deve essere previsto un circuito dedicato, indipendente da quelli che alimentano altri tipi di utenze.

La Norma assume che tutti i punti di connessione dell'impianto possano essere utilizzati simultaneamente; conseguentemente, il *fattore di contemporaneità* di un circuito che alimenta più punti di connessione deve essere considerato pari a 1.

Il *fattore di contemporaneità* può essere ridotto solo se è disponibile un sistema di controllo del carico. Anche il *fattore di utilizzazione* del circuito finale, che alimenta direttamente il punto di connessione (ad esempio la presa fissa), deve essere considerato unitario, ipotizzando che, nell'uso ordinario, ciascun punto di connessione venga utilizzato alla sua corrente nominale.

Le stazioni di ricarica devono essere conformi alle appropriate parti della serie di Norme CEI EN 61851. Se il punto di connessione è installato all'aperto, l'apparecchiatura deve avere un grado di protezione minimo pari a IP44 e deve essere protetta adeguatamente contro ai danni dovuti a urti meccanici

Di seguito, si riportano le principali prescrizioni da osservare preventivamente, quali:

- a. protezione da sovratensione per la ricarica di veicoli elettrici;*
- b. protezione contro le scosse elettriche;*
- c. protezione contro sovratensioni transitorie;*
- d. protezione contro le sovratensioni mediante collegamento equipotenziale.*

5.2 Protezione da sovratensione per la ricarica di veicoli elettrici

Al fine di scongiurare circostanze cagionate da condizioni di natura accidentale, quali sovratensioni e/od altro, si rende necessario ed opportuno asserire che ogni *punto di connessione* deve essere protetto *singolarmente* contro le sovracorrenti.

Considerando che la Norma prescrive che i coefficienti di contemporaneità e utilizzazione devono essere assunti pari a 1, ne consegue che 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.

Doveroso altresì far presente che le operazioni di ricarica dei veicoli elettrici costituiscono un nuovo carico per gli impianti elettrici a bassa tensione che, a sua volta, potrebbe presentare alcune sfide.

I requisiti specifici per la sicurezza e la progettazione sono forniti in IEC 60364: *installazioni elettriche a bassa tensione - Parte 7-722: Requisiti per installazioni o posizioni speciali - Forniture per veicoli elettrici*.

A tal proposito, si riporta, di seguito, una panoramica relativa all'ambito di applicazione della IEC 60364 per quanto attiene alle varie modalità di ricarica dei veicoli elettrici (Fig. 1).

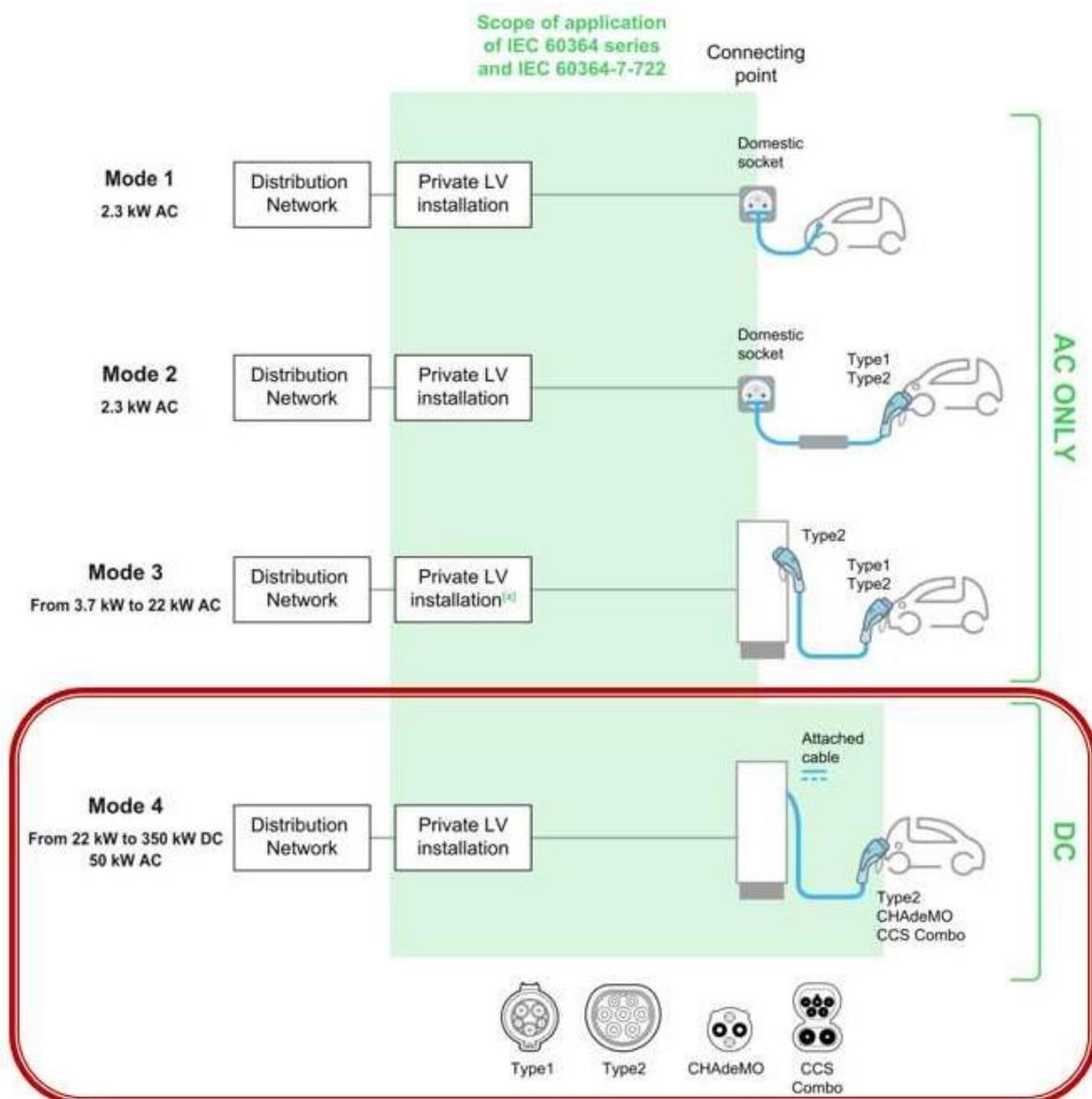


Figura 16. Panoramica dell'ambito di applicazione della IEC 60364 per le varie modalità di ricarica dei veicoli elettrici con focus sulla modalità 4.

In relazione alle esigenze progettuali esplicitate nell'ambito dell'attività di ricerca industriale iscritta all'interno del presente Progetto MOBAS 4.0, risulta doveroso focalizzare l'attenzione sul Modo di carica 4,

poiché pertinente alle finalità di progetto, in riferimento sia alla *tipologia di ricarica* offerta (ricarica veloce) sia alla *corrente e tensione max erogate* (≥ 20 kW, DC, corrente continua), in ottemperanza alle disposizioni normative di tipo tecnico nazionali ed internazionali vigenti.

Per inciso, si rende noto che, nel caso di stazioni di ricarica ubicate su strada, la "configurazione dell'installazione BT privata" è minima, ma la IEC60364-7-722 si applica ancora *dal punto di connessione dell'utenza fino al punto di connessione del veicolo elettrico*.

Osservando la figura 1, è possibile evincere l'ambito di applicazione della norma IEC 60364-7-722, atta a definire i requisiti specifici per l'integrazione di un'infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici in installazioni elettriche BT nuove o esistenti.

Risulta altresì rilevante notare che la conformità alla norma IEC 60364-7-722 rende obbligatorio che i diversi componenti dell'impianto di ricarica dei veicoli elettrici siano pienamente conformi alle relative norme di prodotto IEC. A titolo esemplificativo si esplicita quanto segue:

- la stazione di ricarica per veicoli elettrici (modalità 3 e 4) deve essere conforme alle parti appropriate della serie IEC 61851.
- I dispositivi a corrente residua (RCD) devono essere conformi a uno dei seguenti standard: IEC 61008-1, IEC 61009-1, IEC 60947-2 o IEC 62423.
- RDC-DD (dispositivo di rilevamento della corrente continua differenziale) deve essere conforme a IEC 62955.
- Il dispositivo di protezione da sovracorrente deve essere conforme a IEC 60947-2, IEC 60947-6-2 o IEC 61009-1 o alle parti pertinenti della serie IEC 60898 o della serie IEC 60269.
- Se il punto di connessione è una presa di corrente o un connettore per veicoli, deve essere conforme a IEC 60309-1 o IEC 62196-1 (dove non è richiesta l'intercambiabilità), o IEC 60309-2, IEC 62196-2, IEC 62196-3 o IEC TS 62196-4 (dove è richiesta l'intercambiabilità), o la norma nazionale per le prese, purché la corrente nominale non superi i 16 A.

5.2.1 Impatto della ricarica dei veicoli elettrici sulla richiesta di potenza massima e sul dimensionamento delle apparecchiature

In ottemperanza alla Norma IEC 60364-7-722.311, si riporta testualmente quanto segue:

“Si consideri che nell'uso normale, ogni singolo punto di connessione viene utilizzato alla sua corrente nominale o alla corrente di carica massima configurata della stazione di ricarica. I mezzi per la configurazione della corrente di carica massima devono essere realizzati solo mediante l'uso di una chiave o di uno strumento ed essere accessibili solo a persone qualificate o istruite.

Il dimensionamento del circuito, che alimenta un punto di connessione (modalità 1 e 2) o una stazione di ricarica per veicoli elettrici (modalità 3 e 4), **deve essere effettuato in base alla corrente di carica massima**

(o un valore inferiore, a condizione che la configurazione di tale valore non sia accessibile a persone non qualificate)”.

Tabella 11. Specifiche relative alle correnti di dimensionamento comuni per modalità 1, 2 e 3.

Caratteristiche	Modalità di carica				
	Modalità 1 e 2	Modalità 3			
Attrezzature per dimensionamento circuito	Presa standard	3.7 kW monofase	7 kW monofase	11 kW trifase	22 kW trifase
Corrente max (da considerare) @230/400 Vac	16 A P+N	16 A P+N	32 A P+N	16 A P+N	32 A P+N

Si focalizza l'attenzione sulla modalità di carica 3 considerando le specifiche da attrezzature per il dimensionamento del circuito per una potenza pari a 22 kW trifase e una corrente massima da considerare pari a 32 A P+N.

La Norma sopra richiamata (IEC 60364-7-722.311), afferma inoltre quanto segue:

“[...] Poiché tutti i punti di connessione dell'impianto possono essere utilizzati contemporaneamente, il fattore di diversità del circuito di distribuzione deve essere considerato uguale a 1 a meno che non sia incluso un controllo del carico nell'apparecchiatura di alimentazione EV o installato a monte, o una combinazione di entrambi.”

Il *fattore di diversità* da considerare per diversi caricabatterie EV in parallelo è uguale a 1 a meno che non venga utilizzato un *sistema di gestione del carico* (LMS) per controllare questi caricabatterie EV.

L'installazione di un LMS per il controllo dell'EVSE è quindi altamente consigliata, per le seguenti ragioni:

- a. previene il sovradimensionamento;*
- b. ottimizza i costi dell'infrastruttura elettrica;*
- c. riduce i costi di esercizio evitando picchi di richiesta di potenza.*

5.3 Protezione contro le scosse elettriche

Le applicazioni di ricarica dei veicoli elettrici incrementano il rischio di occorrenza di scosse elettriche a causa delle ragioni di seguito riportate:

- *spine*: rischio di discontinuità del conduttore di protezione di terra (PE);
- *cavo*: rischio di danni meccanici all'isolamento del cavo (schiacciamento per rotolamento di pneumatici di veicoli, operazioni ripetute ed altro);
- *auto elettrica*: rischio di accesso alle parti attive del caricabatteria (classe 1) nell'auto a causa della distruzione della protezione di base (incidenti, manutenzione dell'auto, ed altro);

- *ambienti bagnati/umidi* (neve sull'ingresso del veicolo elettrico, pioggia ed altro).

Al fine di considerare e tener conto dei suddetti rischi maggiori, la norma IEC 30364-7-722 afferma quanto segue:

- è obbligatoria una protezione aggiuntiva con un RCD 30mA;
- la misura di protezione "*collocazione fuori portata*", secondo IEC 60364-4-41 - Allegato B2, non è consentita;
- non sono consentite misure protettive speciali secondo IEC 60364-4-41 - Allegato C;
- la separazione elettrica per l'alimentazione di un'apparecchiatura, che utilizza corrente, è accettata come misura di protezione con un *trasformatore di isolamento*.

5.3.1 Protezione contro le scosse elettriche mediante interruzione automatica dell'alimentazione

In merito alla prescrizione da scosse elettriche mediante *interruzione automatica dell'alimentazione*, si fa riferimento ai dettagliati requisiti ottemperati alla norma IEC 60364-7-722:2018 basata sui seguenti punti:

- 411.3.3;
- 531.2.101;
- 531.2.1.1.

Ciascun punto di connessione CA deve essere protetto individualmente da un dispositivo di corrente residua (RCD) con una corrente di funzionamento residua non superiore a 30 mA.

Gli RCD che proteggono ciascun punto di connessione in conformità con 722.411.3.3 devono soddisfare almeno i requisiti di un RCD di tipo A e devono avere una corrente di esercizio residua nominale non superiore a 30 mA.

Laddove la stazione di ricarica per veicoli elettrici sia dotata di una presa o connettore per veicoli conforme a IEC 62196 (tutte le parti - "*Spine, prese, connettori per veicoli e ingressi per veicoli - Ricarica conduttiva di veicoli elettrici*"), misure di protezione contro i guasti CC deve essere prelevata corrente, salvo ove previsto dalla stazione di ricarica dei veicoli elettrici.

Le misure appropriate, per ogni punto di connessione, saranno le seguenti:

- utilizzo di un RCD di tipo B, o
- utilizzo di un RCD di tipo A (o F) in combinazione con un dispositivo di rilevamento della corrente continua residua (RDC-DD) conforme a IEC 62955.

Gli RCD devono essere conformi a uno dei seguenti standard: IEC 61008-1, IEC 61009-1, IEC 60947-2 o IEC 62423.

Gli interruttori differenziali devono disconnettere tutti i conduttori attivi.

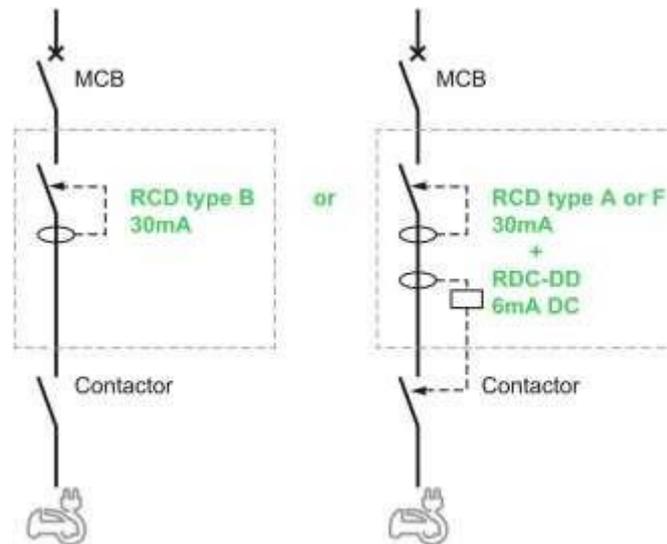


Figura 17. Due soluzioni per la protezione contro le scosse elettriche (infrastruttura di ricarica (stazione) per veicoli elettrici, modalità di ricarica 3).

Tabella 12. IEC 60364-7-722 - Sintesi del requisito per la protezione aggiuntiva contro le scosse elettriche mediante disconnessione automatica dell'alimentazione con RCD 30 mA.

Modalità 1 e 2	Modalità 3	Modalità 4
RCD 30 mA tipo A	RCD 30 mA tipo B RCD 30 mA tipo A + 6 mA RDC-DD oppure RCD 30 mA tipo F + 6 mA RDC-DD	Non applicabile Assenza di punti di collegamento CA e separazione elettrica
RCD (*)		
<p>Note: (*) RCD o attrezzatura appropriata, che assicura la disconnessione dell'alimentazione in caso di guasto CC può essere installata all'interno della stazione di ricarica dei veicoli elettrici, nel quadro a monte oppure in entrambi i luoghi. Risultano necessari tipi specifici di RCD, poiché il convertitore CA/CC incluso nelle auto elettriche e utilizzato per caricare la batteria può generare corrente di dispersione CC.</p>		

5.3.1.1 Criteri di comparazione tra le soluzioni per la protezione idonea alla *modalità 3*: RCD tipo B vs RCD tipo A/F + RDC-DD 6 mA

Al fine di porre a confronto l'RCD di *tipo B* con quello di *tipo A* (o *F*) + RDC-DD 6 mA, in riferimento alla *modalità di carica 3* – RCD riportati in tabella 11 - si rende necessario focalizzare l'attenzione sui *principali criteri di comparazione* di seguito menzionati:

- *potenziale impatto* su altri RCD nell'impianto elettrico (rischio di accecamento);
- *prevista continuità del servizio di ricarica* dei veicoli elettrici.

Segue prospetto dettagliato nel merito (tab. 12).

Tabella 13. Criteri di comparazione tra le soluzioni per la protezione idonea alla *modalità 3*: RCD tipo B vs RCD tipo A/F + RDC-DD 6 mA.

Criteri di comparazione	Tipo di protezione utilizzato nel circuito EV	
	RCD Tipo B	RCD Tipo A (o F) + RDC-DD 6 mA
N° max punti di connessione EV a valle di un RCD di tipo A (allo scopo di scongiurare il rischio di accecamento)	0 (non possibile)	Max n.1 punto di connessione EV
Continuità di servizio delle colonnine di ricarica (CdR) dei veicoli elettrici	Ok Corrente di dispersione CC che provoca l'intervento è [15 mA...60 mA]	NON raccomandato Corrente di dispersione che provoca l'intervento è [3 mA... 6 mA]. In ambienti umidi, o a causa dell'invecchiamento dell'isolamento, è probabile che tale corrente di dispersione aumenti fino a 5 o 7 mA e possa portare a scatti intempestivi.

Tali limitazioni si basano sulla corrente CC massima accettabile dagli interruttori differenziali di tipo A secondo gli standard IEC 61008/61009.

Si invita a fare riferimento al paragrafo successivo per maggiori dettagli sul rischio di accecamento e per quanto attiene alle soluzioni finalizzate alla riduzione al minimo dell'*impatto* e all'ottimizzazione dell'installazione.

Si precisa che le suddette sono le uniche due soluzioni conformi alla norma IEC 60364-7-722 per la protezione contro le scosse elettriche. Alcuni produttori EVSE affermano di offrire "dispositivi di protezione integrati" o "protezione integrata".

5.3.2 Implementazione della protezione sull'intera installazione

I caricabatterie per veicoli elettrici includono convertitori AC/DC, che possono generare corrente di dispersione DC. Questa corrente di dispersione DC viene lasciata passare dalla protezione RCD del circuito EV (o RCD + RDC-DD), fino a raggiungere il valore di intervento DC RCD/RDC-DD.

La corrente continua massima che può fluire attraverso il circuito EV senza intervento è:

- 60 mA per 30 mA RCD tipo B ($2 \cdot I_{\Delta n}$ secondo IEC 62423);
- 6 mA per 30 mA RCD tipo A (o F) + 6 mA RDC-DD (secondo IEC 62955).

Si rende noto altresì che tale corrente di dispersione CC potrebbe costituire un problema per altri RCD dell'impianto, in quanto gli altri RCD nell'impianto elettrico possono "intercettare" la suddetta corrente CC, come mostrato in figura 18:

- gli RCD a monte "vedranno" il 100% della corrente di dispersione CC, qualunque sia il sistema di messa a terra (TN, TT);
- gli RCD installati in parallelo vedranno solo una parte di questa corrente, solo per il sistema di messa a terra TT, e solo quando si verifica un guasto nel circuito che proteggono.

Nel sistema di messa a terra TN, la corrente di dispersione CC che passa attraverso l'RCD di tipo B ritorna attraverso il conduttore PE, e quindi non può essere vista dagli RCD in parallelo.

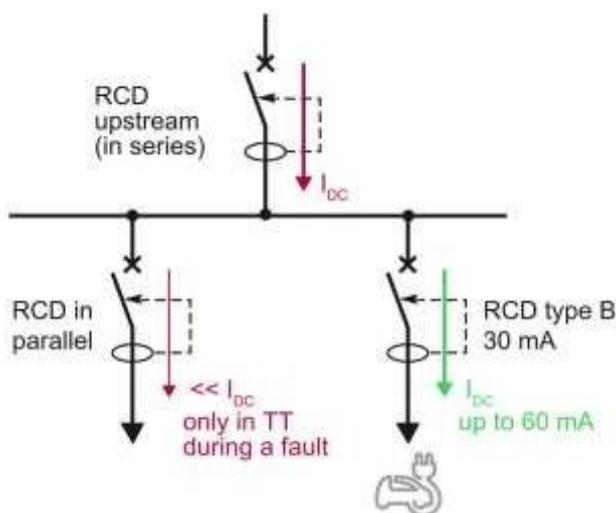


Figura 18. RCD in serie o in parallelo influenzati dalla corrente di dispersione CC lasciata passare dall'RCD di tipo B.

Gli RCD diversi dal tipo B non sono progettati per funzionare correttamente in presenza di corrente di dispersione CC e potrebbero essere "accecati" se tale corrente risulta essere eccessivamente elevata: il loro nucleo sarà *premagnetizzato* da tale corrente CC e potrebbe diventare insensibile al guasto CA corrente:

ad es.: l'RCD non scatterà più in caso di guasto CA (potenziale situazione pericolosa): *desensibilizzazione* degli RCD.

Doveroso sottolineare che gli standard IEC definiscono l'offset DC (max) utilizzato per testare il corretto funzionamento dei diversi tipi di RCD, quali:

a) 10 mA per tipo F;

- 6 mA per tipo A;
- 0 mA per il tipo AC.

Considerando le caratteristiche degli RCD in ottemperanza al quadro normativo IEC vigente, risultano le seguenti condizioni:

- gli RCD di tipo AC non possono essere installati a monte di alcuna stazione di ricarica per veicoli elettrici, indipendentemente dall'opzione RCD EV (tipo B o tipo A + RCD-DD);
- gli RCD di tipo A o F possono essere installati a monte di un massimo di una stazione di ricarica per veicoli elettrici e solo se questa stazione di ricarica per veicoli elettrici è protetta da un RCD di tipo A (o F) + 6mA RCD-DD.

In riferimento alla soluzione più idonea all'uso, si evidenzia che essa potrebbe caratterizzarsi come combinazione di RCD tipo A/F + 6mA RCD-DD. Tale soluzione è caratterizzata da un minore impatto (meno lampeggio) quando si selezionano altri RCD, tuttavia è anche molto limitata nella pratica, come mostrato nella figura di seguito riportata (fig. 19).

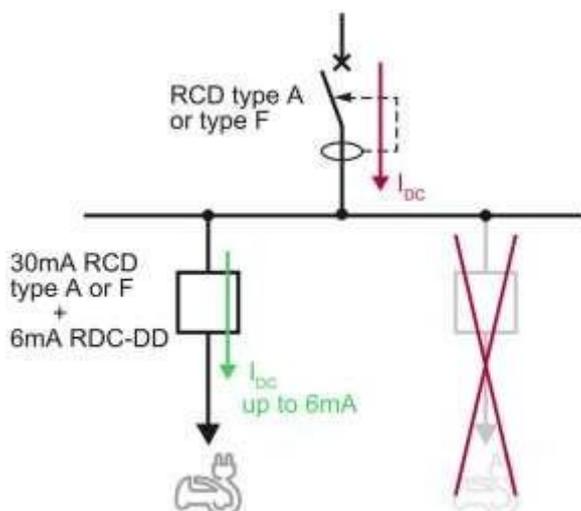


Figura 19. A valle di RCD tipo A e F può essere installata una stazione EV massima protetta da RCD tipo A/F + 6 mA RCD-DD.

Al fine di garantire il corretto funzionamento degli RCD nell'impianto, si riportano, di seguito, alcune salienti raccomandazioni e successive soluzioni atte a ridurre al minimo l'impatto dei circuiti EV su altri RCD dell'impianto elettrico, quali:

- collegare i circuiti di ricarica dei veicoli elettrici il più in alto possibile nell'architettura elettrica, in modo che siano in parallelo ad altri RCD, per ridurre significativamente il rischio di accecamento;
- ove possibile, utilizzare un sistema TN, poiché non vi è alcun *effetto accecante* sugli RCD in parallelo;
- per gli RCD a monte dei circuiti di ricarica dei veicoli elettrici:

selezionare RCD di tipo B, a meno che non si disponga di un solo caricabatterie EV che utilizza il tipo A + 1 mA RDC-DDor;

selezionare RCD non di tipo B progettati per resistere a valori di corrente CC oltre i valori specificati richiesti dagli standard IEC, senza influire sulle prestazioni di protezione CA.

5.4 Schemi elettrici di ricarica di veicoli elettrici

Si riportano, di seguito, due esempi di schemi elettrici per circuiti di ricarica di veicoli elettrici in *modalità 3*, conformi alla norma IEC 60364-7-722.

5.4.1 Schema elettrico per una stazione di ricarica in *modalità 3* (applicazione residenziale)

Specifiche tecniche:

- un circuito dedicato per la ricarica dei veicoli elettrici, con protezione da sovraccarico MCB da 40 A;
- protezione contro le scosse elettriche con un differenziale da 30mA tipo B (può essere utilizzato anche un differenziale da 30mA tipo A/F + RDC-DD 6mA);
- l'RCD a monte è un RCD di tipo A. Ciò è possibile solo grazie alle caratteristiche migliorate di tale RCD elettrico XXXX: nessun rischio di accecamento dalla corrente di dispersione lasciata passare dall'RCD di tipo B;
- integra anche il dispositivo di protezione contro le sovratensioni (consigliato).

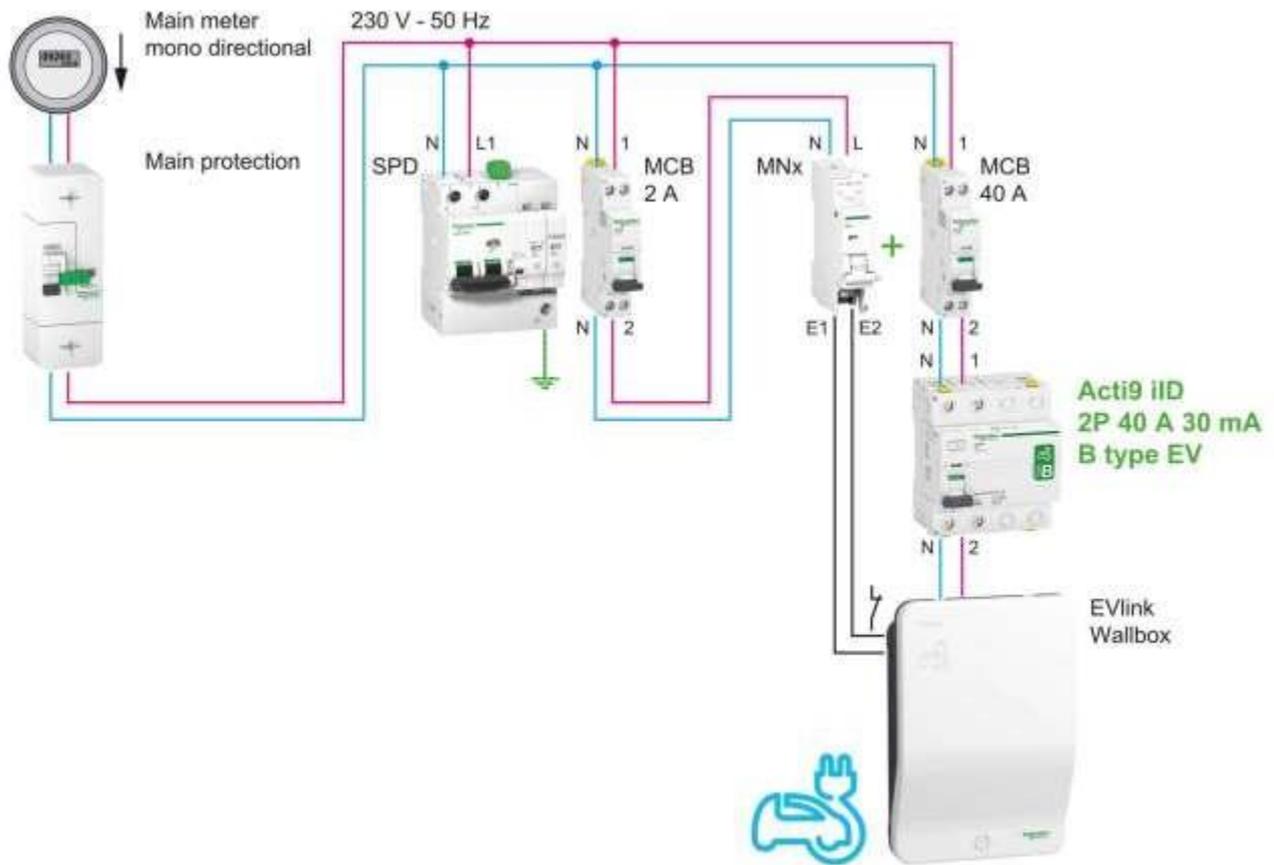


Figura 20. A) Schema elettrico per una stazione di ricarica (SdR) in modalità 3 [applicazione residenziale].

5.4.2 Schema elettrico per una stazione di ricarica in *modalità 3* dotata di n. 2 punti di connessione (applicazione commerciale, parcheggio)

Specifiche tecniche:

- ogni punto di connessione è dotato di un circuito dedicato;
- protezione contro le scosse elettriche da 30mA RCD tipo B, uno per ogni punto di connessione (possono essere utilizzati anche 30mA RCD tipo A/F + RCD-DD 6mA);
- nella stazione di ricarica possono essere installati protezioni contro le sovratensioni e RCD di tipo B. In tal caso, la stazione di ricarica potrebbe essere alimentata dal centralino con un unico circuito da 63 A;
- iMNx: alcune normative nazionali potrebbero richiedere la *commutazione di emergenza* per EVSE nelle aree pubbliche;
- la protezione contro le sovratensioni non è mostrata. Può essere aggiunta alla stazione di ricarica o nel quadro a monte (a seconda della distanza tra quadro e stazione di ricarica).

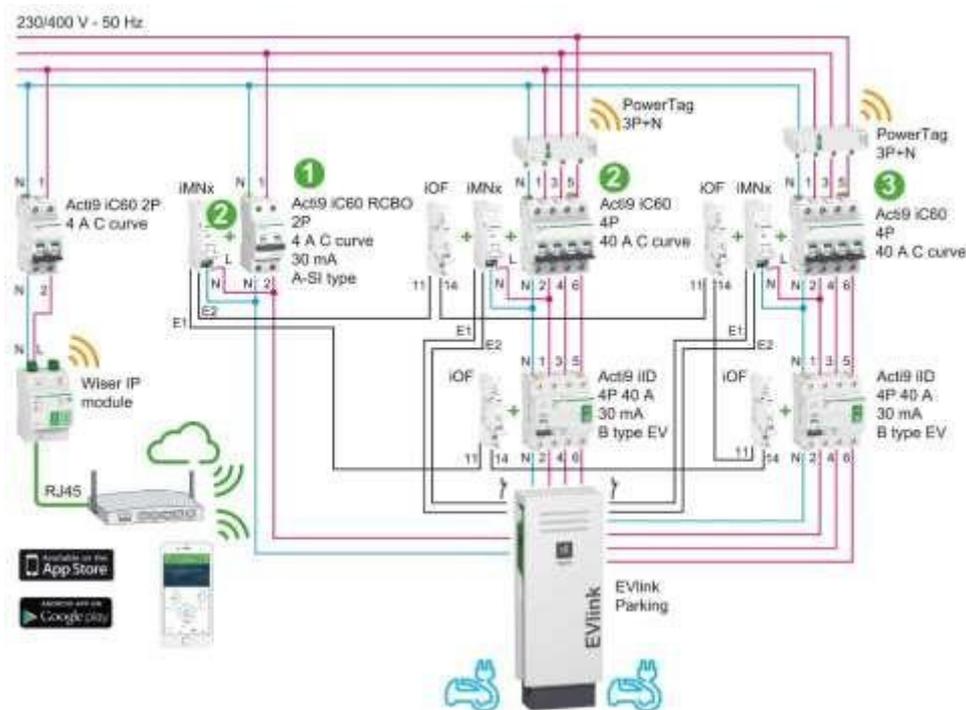


Figura 21. B) Schema elettrico per una stazione di ricarica (SdR) in modalità 3 dotata di n. 2 punti di connessione [applicazione commerciale, parcheggio].

5.5 Protezioni contro sovratensioni transitorie

La sovratensione generata da un fulmine in prossimità di una rete elettrica si propaga nella rete senza subire alcuna attenuazione significativa. Conseguentemente, la sovratensione, che può verificarsi in una installazione BT, può superare i livelli accettabili per la tensione di tenuta raccomandati dalle norme IEC 60664-1 e IEC 60364.

Il veicolo elettrico (EV), essendo progettato con una categoria di sovratensione II, secondo IEC 17409, dovrebbe quindi essere protetto da sovratensioni che possono superare i 2.5 kV.

Di conseguenza, la norma IEC 60364-7-722 richiede che EVSE, installato in luoghi accessibili al pubblico, sia protetto contro le sovratensioni transitorie. Ciò è garantito dall'utilizzo di scaricatori di tensione (SPD) di tipo 1 o di tipo 2, conformi alla norma IEC 61643, installati nel quadro di alimentazione del veicolo elettrico o direttamente all'interno dell'EVSE con un livello di protezione $U_p \leq 2.5$ kV.

5.5.1 Protezione contro le sovratensioni mediante collegamento equipotenziale

La prima protezione da porre in essere consiste in un mezzo (conduttore) che assicuri il collegamento equipotenziale tra tutte le parti conduttive dell'impianto elettrico.

L'obiettivo consiste nel collegare tutti i conduttori messi a terra e le parti metalliche in modo da creare un potenziale uguale in tutti i punti del sistema installato.

Protezione contro le sovratensioni per interni EVSE – senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico. Di seguito, si riporta lo schema relativo al sistema di protezione contro le sovratensioni per interni SVE - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – *accesso pubblico*.

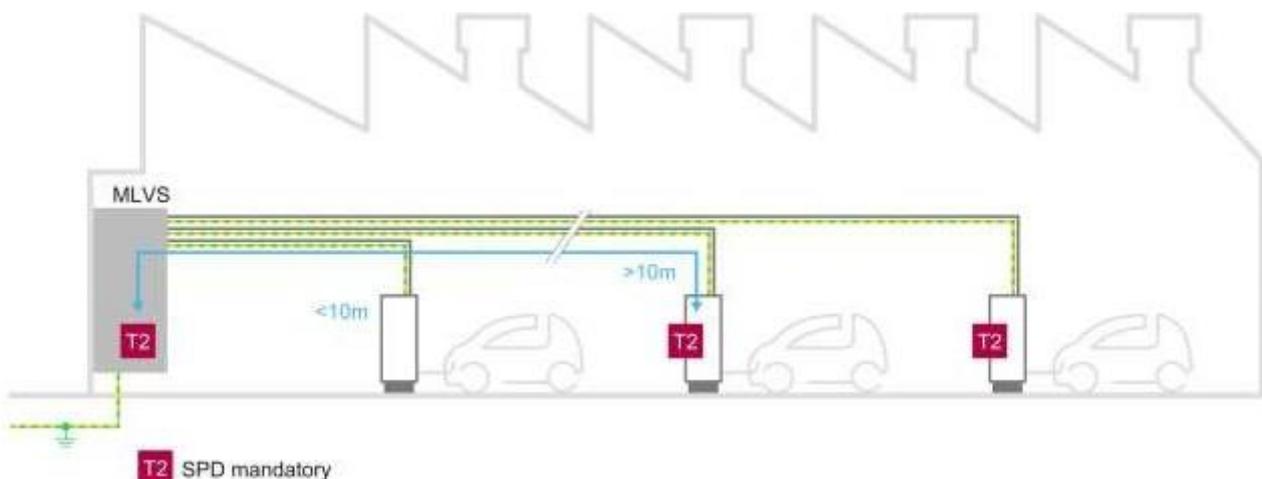


Figura 22. Sistema di protezione contro le sovratensioni per sistemi SVE - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.

Allorquando un edificio non risulta essere protetto da un sistema di protezione contro i fulmini, è rigorosamente necessario procedere alla considerazione e conseguente installazione dei seguenti elementi:

- scaricatore di tipo 2 nel quadro generale di bassa tensione (MLVS);
- ogni EVSE risulta dotato di un circuito dedicato;
- richiesto un ulteriore SPD di tipo 2 in ogni EVSE, eccetto qualora la distanza dal pannello principale all'EVSE sia inferiore a 10 m;
- un SPD di tipo 3 è consigliato anche per il *Load Management System* (LMS) come apparecchiatura elettronica sensibile. Tale scaricatore di tipo 3 deve essere installato a valle di uno scaricatore di tipo 2 (generalmente consigliato o richiesto nel quadro dove è installato l'LMS).

5.5.1.1 Protezione contro le sovratensioni per interni EVSE – installazioni tramite “busway” – senza sistemi di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico

Il sistema di protezione contro le sovratensioni per interni EVSE - caratterizzato da una installazione tramite busway (senza sistemi di protezione contro i fulmini) - risulta essere pressoché simile al precedente, eccetto per l'utilizzo di una sbarra – sistema di condotti sbarre – allo scopo di distribuire l'energia all'EVSE.

Di seguito, si riporta lo schema relativo al sistema di protezione contro le sovratensioni per interni EVSE – installazione tramite busway - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico (fig. 23).

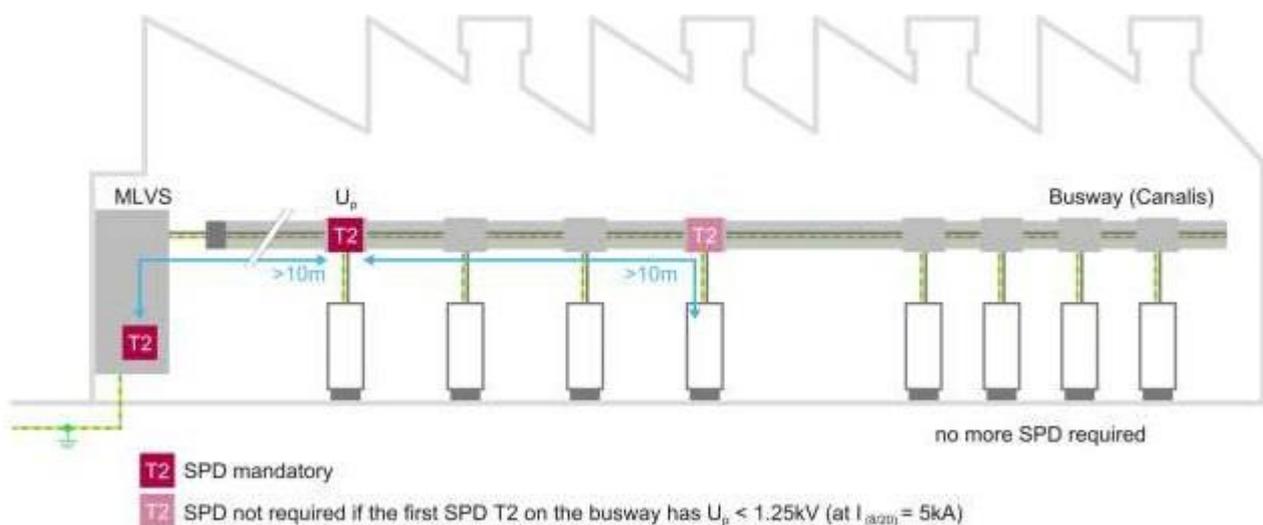


Figura 23. Sistema di protezione contro le sovratensioni per interni EVSE - installazione tramite busway - senza sistemi di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.

Nota: se per la distribuzione si utilizza una sbarra, applicare le regole mostrate nel suddetto sistema senza LTS, ad eccezione dell'SPD nel MLVS: utilizzare un SPD *di tipo* 1+2 e non un Tipo 2, a causa dell'LPS.

5.5.1.3 *Protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE – senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico*

Il sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE – senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico necessita di uno *scaricatore di tipo* 2 nel quadro generale di bassa tensione (MLVS). È richiesto un ulteriore SPD *di tipo* 2 nel sottoquadro (distanza generalmente > 10m dall'MLVS).

Si rende noto altresì quanto segue:

allorquando l'EVSE è collegato alla struttura dell'edificio: utilizzare la rete equipotenziale dell'edificio, se l'EVSE è a meno di 10m dal sottoquadro, o se l'SPD *di tipo* 2 installato nel sottoquadro ha $U_p < 1.25 \text{ kV}$ (a $I_{(8/20)} = 5 \text{ kA}$), non sono necessari SPD aggiuntivi in EVSE.

Variante: EVSE installato in area di parcheggio

Qualora l'EVSE sia installato in un'area di parcheggio e alimentato con una linea elettrica interrata, è necessario che siano osservate le seguenti indicazioni:

- ogni EVSE deve essere dotato di un dispersore di terra;
- ogni EVSE deve essere connesso ad una rete equipotenziale. Anche tale rete deve essere collegata alla rete equipotenziale dell'edificio;

installare un SPD di tipo 2 in ogni EVSE. Si fa presente altresì che un SPD *di tipo* 3 è consigliato anche per il *Load Management System* (LMS) come apparecchiatura elettronica sensibile. Tale *scaricatore di tipo* 3 deve essere installato a valle di uno *scaricatore di tipo* 2 (generalmente consigliato o richiesto nel quadro dove è installato l'LMS). Di seguito, si riporta lo schema relativo al sistema di protezione sopradescritto.

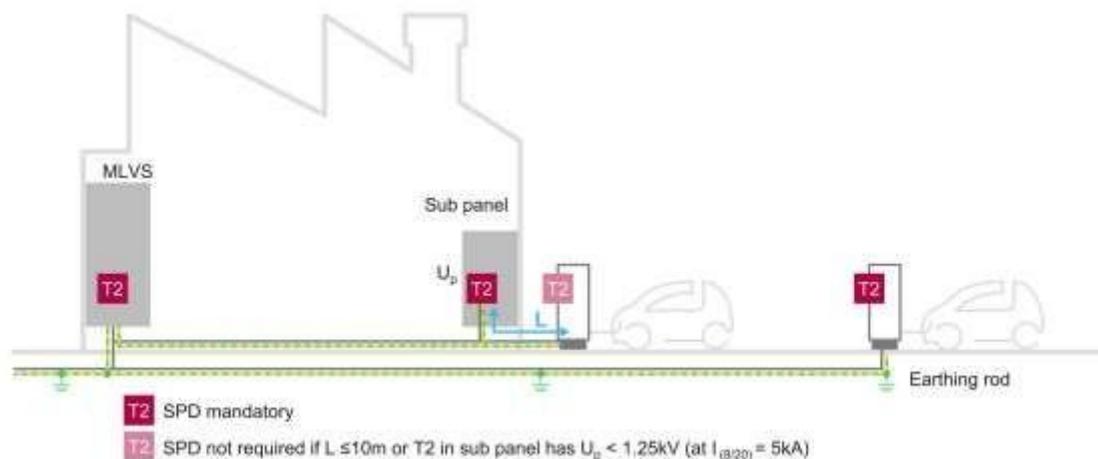


Figura 25. Sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.

5.5.1.4 Protezione contro le sovratensioni per interni EVSE – con sistema di protezione contro i fulmini (LPS) – accesso pubblico

Al fine di dotare l'edificio di un sistema di protezione contro i fulmini (LPS), si rende necessario installare un parafulmine.

In tal caso, il sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE necessita di quanto segue:

- scaricatore di tipo 1 nel quadro generale di bassa tensione (MLVS);
- un ulteriore SPD di tipo 1 nel sottoquadro (distanza generalmente >10 m dall'MLVS).

Caso specifico: qualora l'EVSE sia collegato alla struttura dell'edificio, è necessario osservare le seguenti indicazioni:

- Utilizzare la rete equipotenziale dell'edificio;
- se l'EVSE è collocato ad una distanza inferiore a 10 m dal sottoquadro o se l'SPD di tipo 2 – installato nel sottoquadro – ha $U_p < 1.25 \text{ kV}$ (a $I_{(8/20)} = 5 \text{ kA}$), non è necessario aggiungere ulteriori SPD nell'EVSE.

Di seguito, lo schema relativo al sistema di protezione sopradescritto.

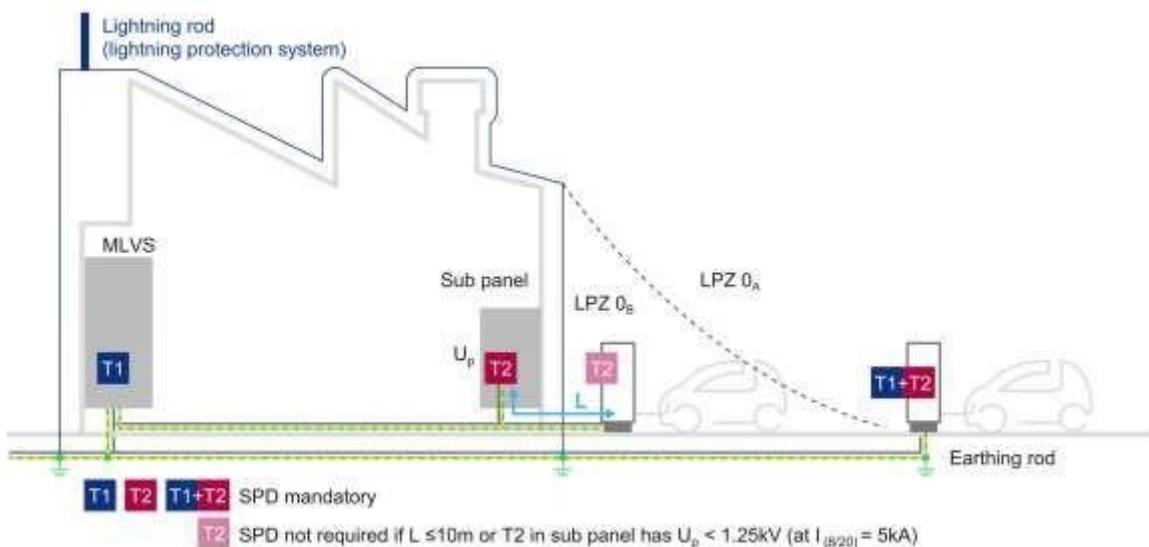


Figura 26. Sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE - con sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.



Variante: EVSE installato in area di parcheggio

Qualora l'EVSE sia installato in un'area di parcheggio e alimentato con una linea elettrica interrata, è necessario che siano osservate le seguenti indicazioni:

- ogni EVSE deve essere dotato di un dispersore di terra;
- ogni EVSE deve essere connesso ad una rete equipotenziale. Anche tale rete deve essere collegata alla rete equipotenziale dell'edificio;
- installare un SPD *di tipo 1+2* in ogni EVSE.

Un SPD *di tipo 3* è consigliato anche per il *Load Management System (LMS)* come apparecchiatura elettronica sensibile. Tale *scaricatore di tipo 3* deve essere installato a valle di uno *scaricatore di tipo 2* (generalmente consigliato o richiesto nel quadro dove è installato l'LMS).

Indice delle Figure

Figura 1. Configurazione di tipo piramidale relativa alla distribuzione degli ambiti funzionali alle operazioni di ricarica della flotta veicolare elettrica territoriale.	17
Figura 2. Probabilità quartoraria di arrivo dei veicoli elettrici (EVs) presso punti di ricarica (PdR) in ambiente lavorativo.	36
Figura 3. Profilo di assorbimento dei veicoli elettrici (EVs) presso PdR siti in ambiente lavorativo.	37
Figura 4. Distribuzione di probabilità dei valori dei profili di assorbimento dei veicoli elettrici (EVs) presso PdR in ambiente lavorativo, normalizzati rispetto alla potenza massima, in funzione dell'incremento del numero di EVs (potenza = 7,4 kW).....	37
Figura 5. Processo di ricarica ritardato in relazione al valore della potenza assorbita totale a cadenza oraria giornaliera.....	38
Figura 6. Profilo di assorbimento medio (calcolato come media di n=100 singole simulazioni) dei EVs presso i PdR in ambiente lavorativo in funzione della variazione di energia e numero di veicoli.....	39
Figura 7. Profilo di assorbimento medio (calcolato come media di n=100 singole simulazioni) di 10 veicoli elettrici (EVs) presso i PdR in ambiente lavorativo e di un generico impianto fotovoltaico.	39
Figura 8. Probabilità di arrivo quartoraria dei veicoli elettrici (EVs) presso i PdR pubblici	40
Figura 9. Distribuzione di probabilità dei valori dei profili di assorbimento dei EVs presso PdR pubblici, normalizzati rispetto alla potenza massima, in funzione dell'incremento del numero di veicoli elettrici. Fabbisogno energetico = 42 kWh, potenza di ricarica = 100 kW	41
Figura 10. Dettagli grafici di sezione e dimensioni componenti infrastruttura di ricarica (ChargePoint - Mod. Express).....	47
Figura 11. Schema relativo al funzionamento della tecnologia V2G: ratio della ricarica intelligente bidirezionale.	50
Figura 12. Configurazione operativa inerente al CPO relativo al protocollo di comunicazione IEC 63110.	54
Figura 13. Architettura generale della ratio di funzionamento regolato dalla norma IEC 63110-1:2022 (standard internazionale).....	54
Figura 14. Rappresentazione grafica delle interazioni EV-EVSE-Grid in relazione al quadro normativo e regolatorio europeo e nazionale vigente in materia di V2G	56
Figura 15. Scenario di ricarica: modalità di ricarica 4 (ricarica veloce in regime di CC (DC)) supportata da tecnologia PWM (dispositivo Control Box).....	68
Figura 16. Panoramica dell'ambito di applicazione della IEC 60364 per le varie modalità di ricarica dei veicoli elettrici con focus.....	70
Figura 17. Due soluzioni per la protezione contro le scosse elettriche (infrastruttura di ricarica (stazione) per veicoli elettrici, modalità di ricarica 3)	74
Figura 18. RCD in serie o in parallelo influenzati dalla corrente di dispersione CC lasciata passare dall'RCD di tipo B.	76
Figura 19. A valle di RCD tipo A e F può essere installata una stazione EV massima protetta da RCD tipo A/F + 6 mA RDC-DD.	77
Figura 20. A) Schema elettrico per una stazione di ricarica (SdR) in modalità 3 [applicazione residenziale].	79
Figura 21. B) Schema elettrico per una stazione di ricarica (SdR) in modalità 3 dotata di n. 2 punti di connessione [applicazione commerciale, parcheggio]	80
Figura 22. Sistema di protezione contro le sovratensioni per sistemi SVE - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.....	81

Figura 23. Sistema di protezione contro le sovratensioni per interni EVSE - installazione tramite busway - senza sistemi di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.	82
Figura 24. Sistema di protezione contro le sovratensioni per interni EVSE - con sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.....	83
Figura 25. Sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE - senza sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.	84
Figura 26. Sistema di protezione contro le sovratensioni per esterni EVSE - con sistema di protezione contro i fulmini (LPS) - accesso pubblico.....	85

Indice delle Tabelle

Tabella 1. Modi di ricarica e relative caratteristiche tecniche.....	9
Tabella 2. Classificazione dei Modi di carica dei veicoli elettrici secondo la Norma CEI EN 61815-1.....	15
Tabella 3. Prospetto rappresentativo circa l'autonomia chilometrica integrabile per ora di ricarica in relazione alle diverse classi e potenza nominale di ricarica.	17
Tabella 4. Prospetto rappresentativo della segmentazione della domanda di ricarica in relazione ai differenti cluster di mobilità (anno di riferimento: 2021).....	18
Tabella 5. Distribuzione e caratterizzazione della dotazione infrastrutturale di ricarica in relazione agli ambiti territoriali relativi ai distretti provinciali dei capoluoghi di Potenza e Matera a differente segmentazione demografica.	24
Tabella 6. Distribuzione della rete infrastrutturale di ricarica lucana in relazione alla classe di ricarica negli ambiti territoriali a scala municipale.	32
Tabella 7. Specifiche tecniche generali relative all'infrastruttura di ricarica destinata all'erogazione di un servizio di ricarica efficiente.	44
Tabella 8. Configurazione modi di ricarica 3 e 4 in relazione alle specifiche come da normativa vigente.	58
Tabella 9. Quadro normativo e regolatorio vigente relativo alle specifiche tecniche e gestionali dei sistemi di ricarica in ambito nazionale ed europeo.	59
Tabella 10. Quadro normativo e regolatorio nazionale in materia di Tecnologie "Vehicle-to-Grid" (V2G): strumenti legislativi e regolamentari vigenti al marzo 2023.	64
Tabella 11. Specifiche relative alle correnti di dimensionamento comuni per modalità 1, 2 e 3.	72
Tabella 12. IEC 60364-7-722 - Sintesi del requisito per la protezione aggiuntiva contro le scosse elettriche mediante disconnessione automatica dell'alimentazione con RCD 30 mA.	74
Tabella 13. Criteri di comparazione tra le soluzioni per la protezione idonea alla modalità 3: RCD tipo B vs RCD tipo A/F + RCD-DD 6 mA.	75