

Studio delle potenzialità del paradigma V2G nell'attuale contesto di mercato e normativo

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica, Politecnico di Torino

Candidato: Matteo RISTAGNO

Relatore: Prof. Enrico PONS

Relatore aziendale: Dr.ssa Silvia CASAGRANDE

Correlatore: Dr. Andrea MAZZA, Prof. Ettore BOMPARD

I. INTRODUZIONE

La società moderna dipende dalla circolazione di merci e persone e ciò sta avendo un impatto negativo sull'ambiente e sulla salute umana, provocando un aumento di emissioni di gas serra. A tal proposito, l'Unione Europea si è impegnata a decarbonizzare i trasporti. L'utilizzo di veicoli elettrici è una delle soluzioni, soprattutto se anche le fonti di energia elettrica utilizzate per la ricarica dei veicoli sono rinnovabili. Contestualmente, l'ipotesi di utilizzo della tecnologia Vehicle-to-Grid (V2G) per fornire servizi ancillari al sistema elettrico sta sempre più crescendo. Tale tecnologia si propone come un'opportunità di mercato sia per i gestori della rete elettrica che per i proprietari dei veicoli elettrici.

L'elaborato, svolto nel centro di ricerca Officine Edison, mira ad individuare l'attuale contesto di mercato e mostrare una simulazione della fornitura dei servizi ancillari, al fine di dimostrare la validità del progetto per un più ampio impiego del V2G, in modo da cogliere l'opportunità di mercato da esso offerta.

I suddetti scopi sono stati raggiunti analizzando la regolamentazione messa a disposizione da Terna S.p.A., Transmission System Operator (TSO) italiano, riguardante i progetti pilota ai sensi della delibera 300/2017/R/eel emanata dall'autorità di regolazione ARERA (Autorità Regolazione per Energia Reti e Ambiente).

La simulazione della partecipazione di un aggregato costituito da Unità Virtuali Abilitate Miste (UVAM) al Mercato dei Servizi di Dispacciamento (MSD) è stata realizzata facendo alcune ipotesi su aggregato e mercato, con il fine di ottenere una risposta statistica della remunerazione mensile.

II. PROGETTO PILOTA UVAM

Il progetto pilota UVAM è abilitatore della tecnologia V2G. Le UVAM possono considerarsi abilitate alla fornitura di risorse di dispacciamento sia nella modalità a salire che a scendere qualora abbiano una taglia d'impianto minima pari ad 1 MW.

Le unità abilitate possono partecipare al MSD esclusivamente per fornire i servizi elencati in Tabella 1, rispettando i limiti descritti in Tabella 1 relativi ai tempi di risposta dalla ricezione dell'ordine e la durata minima del servizio.

Tabella 1. Servizi forniti da UVAM.

Servizio	Tempo di risposta	Durata del servizio
Risoluzione delle congestioni	< 15 minuti	≥ 120 minuti
Riserva terziaria rotante	< 15 minuti	≥ 120 minuti
Riserva terziaria di sostituzione	< 120 minuti	≥ 480 minuti
Bilanciamento	< 15 minuti	≥ 120 minuti
Riserva secondaria	< 15 minuti	No limiti di tempo

Il titolare dell'UVAM, abilitando l'aggregato alla fornitura dei servizi, può ricevere due tipologie di remunerazione:

- *Remunerazione fissa* (inserita dal TSO per incentivare la partecipazione di aggregati al MSD): proporzionale al quantitativo di potenza offerto ed accettato nel MSD;
- *Remunerazione variabile*: proporzionale al quantitativo di energia immessa o prelevata da rete in seguito a richiesta di fornitura da parte del TSO.

III. PROGETTO PILOTA FAST RESERVE

Il servizio di Riserva Ultra-Rapida di frequenza, denominato anche Fast Reserve, presenta delle caratteristiche (Tabella 2) che si prestano bene per la tecnologia V2G, l'unico scoglio risulta essere la taglia minima pari a 5MW. L'attivazione del servizio è prevista a Gennaio 2023 e le UVAM non sono abilitate alla fornitura di questo servizio.

Le tempistiche di risposta e la durata di fornitura della Fast Reserve sono descritte in Tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche Fast Reserve.

Servizio	Tempo di risposta	Durata del servizio
Fast Reserve	<1 secondo	30 secondi con riduzione lineare della potenza entro 5 minuti

Dato che la Fast Reserve per requisiti temporali sembra essere il servizio più adeguato alle caratteristiche dei veicoli elettrici, è stata effettuata una ricerca degli equivalenti servizi implementati da altri TSO europei, così da approfondire e prevedere il futuro del servizio richiesto dal TSO italiano.

La maggiore necessità di servizi di regolazione rapida di frequenza la si ha nei paesi dove vi è una larga diffusione

di generazione da fonti rinnovabili. Le macro aree dove vi è necessità di attivazione nel breve termine sono la Norvegia e la Gran Bretagna.

In Norvegia la fornitura avverrà a potenza massima con possibilità di abilitarsi a tre servizi con valori di deviazione di frequenza differenti. In Gran Bretagna vedremo tre servizi in modalità dinamica con variazione della potenza proporzionale alla deviazione di frequenza, un servizio statico dove si dovrà garantire fornitura di potenza costante superata la soglia di deviazione di frequenza. In Italia invece la fornitura avverrà in modalità lineare fino a deviazioni di frequenza dalla nominale pari ad 1 Hz, per valori di deviazione superiori si fornirà la potenza massima disponibile. Confrontando i vari servizi richiesti dai TSO (Figura 1), le soglie di frequenza di attivazione risultano essere differenti. Le tempistiche di attivazione sono pressoché simili, circa 1 secondo. La durata dei servizi richiesti in Norvegia può essere di 30 secondi senza limiti di riduzione lineare, oppure 5 secondi con vincolo di riduzione lineare pari a 20 %/s. In Gran Bretagna la durata dei servizi non è stata definita, dato che i servizi sono in fase di consultazione.

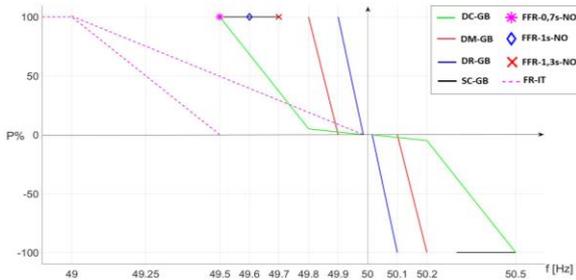


Figura 1. Confronto dei servizi rapidi di frequenza in Europa.

IV. CASO STUDIO

Dopo avere attentamente analizzato la regolamentazione per la fornitura di servizi ancillari attraverso le UVAM, è stata sviluppata la simulazione di fornitura dei servizi di rete tramite un aggregato UVAM composto da 150 strutture di ricarica bidirezionali da 10 kW ubicate in un parcheggio aziendale, queste permettono di avere una potenza massima disponibile pari ad 1,5 MW.

È stato ipotizzato un approvvigionamento a termine per il prodotto pomeridiano, ovvero l'aggregatore presenta delle offerte per la fascia oraria 15:00-17:00 minimo pari ad 1 MW e se queste vengono accettate per il 70% dei giorni del mese riceverà la *remunerazione fissa* mensile (CFM), dopodiché se l'aggregatore è chiamato a fornire il servizio riceverà anche la *remunerazione variabile* mensile (CVM).

L'accettazione dell'offerta è ipotizzata estraendo un numero casuale tra zero ed uno, impostando una soglia di accettazione ($\rho_{accettazione}$). La chiamata alla fornitura del servizio viene definita allo stesso modo impostando una soglia di chiamata ($\rho_{chiamata}$).

Utilizzando il dato di Terna S.p.A. sul premio medio ponderato per il prodotto pomeridiano (3320,92

€/MW*anno), si ricava il massimo CFM ottenibile al variare della soglia di accettazione (Figura 2). Ipotizzando il prezzo dell'energia, si ricava il massimo CVM ottenibile al variare delle soglie di accettazione e chiamata (Figura 3).

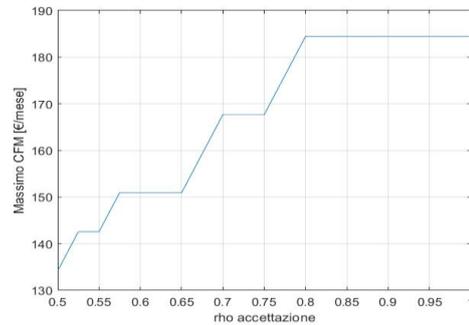


Figura 2. Massimo CFM al variare della soglia di accettazione.

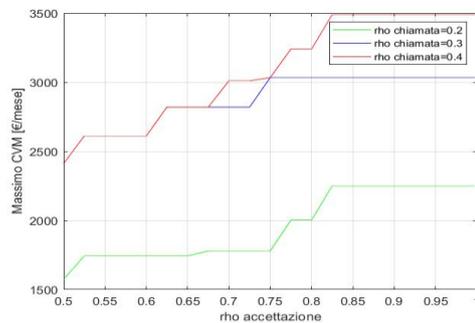


Figura 3. Massimo CVM al variare delle soglie di accettazione e chiamata.

V. RISULTATI E CONCLUSIONI

Tramite le infrastrutture di ricarica bidirezionali è possibile generare dei guadagni fornendo dei servizi ancillari. Il maggior limite per un aggregato UVAM costituito da sole infrastrutture di ricarica risulta essere la potenza minima pari ad 1 MW, poiché è necessario un numero elevato di veicoli elettrici, dunque si potrebbe realizzare un aggregato costituito da diverse tecnologie per superare questo limite.

Dall'analisi sul servizio Fast Reserve si evince come le caratteristiche temporali si prestano bene per la tecnologia V2G. La condizione limitante risulta essere la taglia minima di 5 MW. Confrontando la Fast Reserve con i servizi rapidi di frequenza forniti in Gran Bretagna e Norvegia, si può concludere che vi sono delle differenti caratteristiche di fornitura probabilmente legate alle diverse necessità dei sistemi elettrici.

Dalla simulazione del caso studio effettuata in modo statistico risulta che, per bassa potenza messa a disposizione per la fornitura dei servizi, non si ha la convenienza ad approvvigionarsi a termine visto che si è obbligati a presentare ogni giorno delle offerte su MSD ottenendo una bassa *remunerazione fissa* mensile. Tramite la fornitura di energia invece la *remunerazione variabile* mensile, in modo statistico, risulta ben più elevata.