

Smart Mobility in Smart Cities

Impatto della mobilità elettrica sulla infrastruttura di rete

Antonio Piccolo

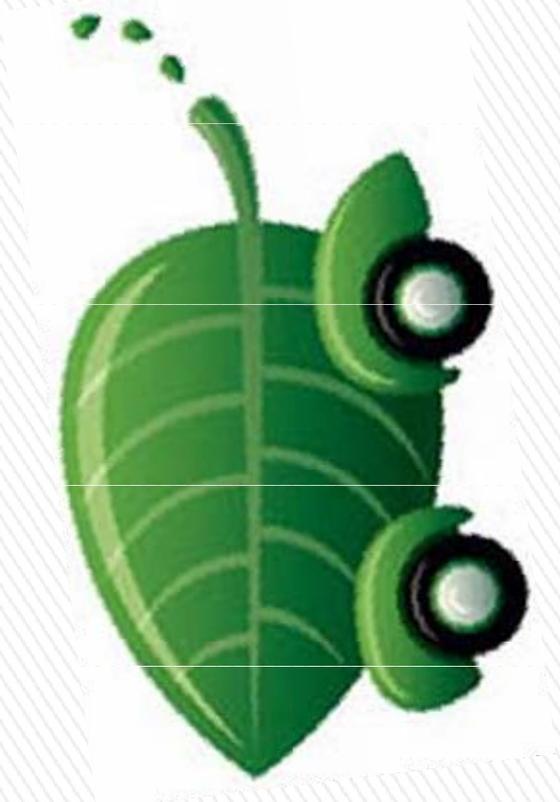
Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università degli Studi di Salerno

apiccolo@unisa.it

Mobilità sostenibile: la sfida

La mobilità è un elemento fondamentale per la qualità della vita degli individui ma anche un elemento importante per lo sviluppo socio-economico di una comunità. Tuttavia, gli effetti della mobilità si possono tradurre anche in costi per la collettività, infatti le emissioni dei trasporti :



- sono una minaccia per la salute
- incidono negativamente sulla qualità dell'ambiente (emissioni di CO_x, inquinamento atmosferico e acustico)
- contribuiscono ad accentuare i cambiamenti climatici

La sfida è quella di garantire il diritto alla mobilità in maniera sostenibile sia in termini sociali che ambientali

Mobilità sostenibile: i veicoli elettrici

Le politiche di miglioramento della qualità dell'aria nelle grandi città, di riduzione delle emissioni clima-alteranti e la congiuntura economica, che di fatto sta limitando le importazioni di energia primaria, hanno fatto rinascere l'interesse per i veicoli elettrici (EV).

La diffusione della mobilità elettrica:

- darà l'opportunità di sfruttare al meglio le fonti di energia non programmabili e gli impianti di produzione di base
- inciderà marginalmente sull'aumento annuale dei consumi di elettricità

Di fondamentale importanza per lo sviluppo e la diffusione della mobilità elettrica sono:

- i sistemi di alimentazione dell'auto
- la durata e la sostituzione delle batterie
- le modalità con cui avviene la ricarica
- le politiche di gestione delle colonnine di ricarica
- le politiche di gestione delle tariffe energetiche



La Jamais Contente - 1899

Sistemi di alimentazione

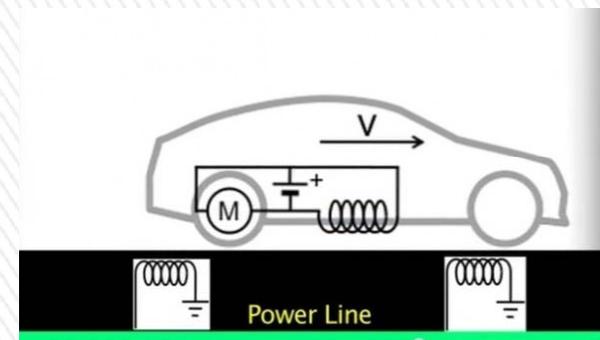
Il sistema di alimentazione delle batterie a bordo avviene attraverso le «colonnine» e attualmente esistono due modalità di ricarica:

- per via **conduttiva**

- viene utilizzata una presa e attraverso un trasformatore e un raddrizzatore viene fornita alla batteria l'energia necessaria alla ricarica.

- per via **induttiva**

- l'avvolgimento primario (adeguatamente protetto) viene inserito in una fessura del veicolo, dove si accoppia con l'avvolgimento secondario. Con una connessione di questo tipo si elimina il rischio di folgorazione dal momento che non vi sono parti accessibili sotto tensione.



Autonomia delle batterie

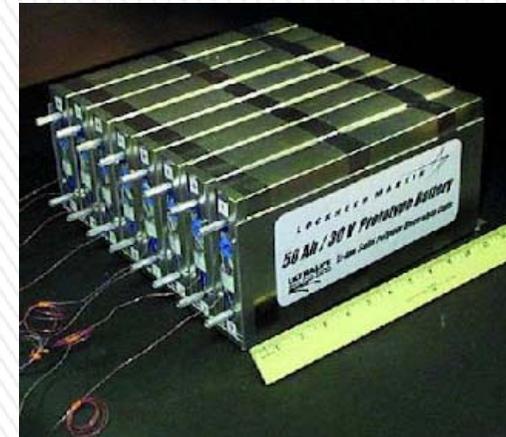
La effettiva autonomia di un EV dipende:

- dal numero delle batterie
- dal tipo di batterie utilizzate
- dalle prestazioni richieste dal guidatore del veicolo.

Il peso e la tipologia del veicolo hanno ugualmente un forte impatto per la autonomia dei veicoli

- batterie piombo-acido → autonomie ridotte
- batterie NiMH → autonomie medie
- batterie Ni-NaCl (Zebra) → autonomie significative ma autoscarica veloce
- batterie al litio → autonomie significative

La autonomia di un'auto elettrica può essere aumentata utilizzando un sistema di ricarica automatica in fase di frenata (recupero di circa il 15% dell'energia impiegata in un medio percorso) e in caso di rallentamento o discesa.



Durata delle batterie

- Le singole batterie sono di solito raggruppate in grandi gruppi a vario voltaggio e capacità per ottenere l'energia richiesta
- La durata delle batterie dovrebbe essere considerata quando si calcola il costo di investimento, dato che le batterie si consumano e devono essere sostituite
- Il decadimento delle batterie dipende da numerosi fattori, anche se si stanno progettando batterie che durano di più dello stesso veicolo.
- Nell'utilizzo quotidiano in strade di città e campagna, alcuni dei veicoli hanno avuto durate operative eccedenti i 160.000 km, con poca o nessuna degradazione della capacità di carica e del voltaggio fornito nell'ambito del loro tragitto quotidiano .



Dove si ricarica e in quanto tempo?

- **Wall Box:** a casa, con la presa di ricarica domestica, ad esempio in garage, per ricaricare l'auto in 6-8 ore (sarà possibile installare un nuovo contatore dedicato)
- **Ricarica standard:** a casa o a una colonnina di ricarica pubblica in un tempo tra 6 e 8 ore, a seconda della potenza disponibile e del tipo di veicolo
- **Ricarica rapida:** in 30 min su una delle colonnine di ricarica specifiche installate sul suolo pubblico (400 V – 63 A). Per 50 km di autonomia, basta una ricarica di 10 min
- **Sistema Quickdrop:** in 3 min viene sostituito il pacco batterie in apposite stazioni automatiche dove il veicolo viene riconosciuto automaticamente e un robot apre il comparto batterie effettuando in poco tempo la sostituzione.

Gestione delle «colonnine»

Le agevolazioni per promuovere lo sviluppo di sistemi di ricarica pubblica da assegnare a specifici progetti sono previste dalla delibera *ARG/elt 242/10*.

Hanno partecipato numerosi soggetti: associazioni ambientaliste, costruttori di apparati di gestione di sistemi di ricarica, imprese di vendita e distribuzione dell'energia, società di consulenza e di ingegneria.

Per la gestione delle colonnine di ricarica si prevedono tre possibilità:

- **modello distributore**

le colonnine vengono installate e gestite dall'impresa distributrice di energia elettrica nella propria area di concessione

- **modello service provider in esclusiva**

il servizio di ricarica è operato in regime esclusivo a seguito di gara o di concessione da parte dell'ente locale

- **modello service provider in concorrenza**

il servizio ricalca quello in vigore per le stazioni di rifornimento dei carburanti.

Gestione delle «colonnine»

- **Distributore:** progetto di Enel Distribuzione-Hera per 310 colonnine (operative entro il 2013) a Pisa, Bari, Genova, Perugia, in diversi comuni dell'Emilia Romagna e dell'hinterland di Milano.
- **Service Provider:** i progetti di A2A (52 colonnine dotate di due prese a Milano e 23 a Brescia a regime nel primo semestre 2013) e del Comune di Parma per 200 punti dotati ognuno di due prese, operativi entro fine del prossimo anno.
- **Service Provider in concorrenza:** i progetti di Enel Energia (26 punti di ricarica a Roma e nell'hinterland di Milano operativi entro il secondo semestre 2013) e di Class Onlus per 150 colonnine, 43 in provincia di Monza e Brianza e 107 presso supermercati a Roma, Milano, Napoli, Bari, Catania, Genova, Bologna e Varese, in servizio dal secondo semestre del 2014.

Con questi due ultimi progetti viene sperimentata in alcuni punti anche la tecnologia di ricarica rapida in corrente continua ad alta potenza (oltre 50 kW) in grado di rifornire in pochi minuti i veicoli elettrici.

I progetti di ENEL Distribuzione

Enel Distribuzione ha sviluppato infrastruttura di ricarica dei veicoli elettrici in grado di garantire elevati standard di sicurezza e un servizio di ricarica evoluto basato sulla tecnologia del contatore elettronico.

Inoltre:

- sarà possibile realizzare, in ambito privato e pubblico, una rete di ricarica al servizio dei veicoli elettrici di ultima generazione, ma allo stesso tempo in grado di supportare il parco veicoli esistente
- potranno essere definite tecnologie e procedure per ricaricare l'auto elettrica allo stesso modo in tutta Europa
- le soluzioni tecnologiche adottate per il riconoscimento e l'autorizzazione dei clienti e per il relativo addebito dei consumi energetici consentiranno al consumatore di usufruire di eventuali tariffe dedicate che l'Autorità intenderà assegnare alla ricarica del veicolo elettrico e di avere un unico contratto di fornitura che includa sia le ricariche pubbliche che quelle domestiche.

I progetti

Progetto e-mobility Italy: da settembre 2010, 140 Smart for-two electric drive in alcune città italiane (Roma, Milano e Pisa e dopo Bologna). Sono operativi vari punti di ricarica presso case e garage privati (home station) e in prossimità di luoghi pubblici ad alta frequentazione. L'energia messa a disposizione per le auto elettriche è certificata RECS (Renewable Energy Certificate System).

PRIME (Progetto per la ricarica intelligente per la mobilità elettrica): cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente, prevede un investimento complessivo di 3 milioni di euro per lo sviluppo futuro della mobilità sostenibile nelle città italiane; il progetto si propone di realizzare l'analisi degli strumenti necessari all'evoluzione tecnologica della mobilità elettrica in Italia. Oltre al finanziamento del Ministero dell'Ambiente, il progetto sviluppa una partnership tra pubblico e privato e coinvolge i protagonisti del settore elettrico, automobilistico e universitario.

Telematica per pagamento e servizi

Le esperienze maturate con i progetti e-Mobility e Green Land Mobility suggeriscono l'impiego di una architettura telematica in grado di gestire le transazioni per le ricariche eseguite e fornire servizi ad elevato valore aggiunto all'«utente elettrico»

L'interoperabilità tra diversi sistemi può essere garantita con l'adozione di una forma contrattuale per l'utente che prevede la possibilità di ricarica *ad hoc* da un fornitore a sua scelta e a qualsiasi tipo di colonnina. I dati di ricarica registrati sono inviati ad un sistema centralizzato preposto ad individuare il distributore di competenza che provvede alla fatturazione.

I servizi aggiuntivi possono, ad esempio, includere :

- richiesta di informazioni
- calcolo della CO₂ risparmiata
- localizzazione georeferenziata delle colonnine di ricarica
- notifica di malfunzionamenti
- richiesta di *smart card* per l'utilizzo del servizio

Politiche di tariffazione e smart users

Con le delibere ARG/elt 242/10 – ARG/elt 199/11 e ARG/elt 201/11 l'AEEG ha definito una nuova tipologia di Utenza: **Utenze in bassa tensione per alimentazione delle infrastrutture di ricarica pubblica per veicoli elettrici** per la quale ha pubblicato, con le Delibere n. 199/11 e 201/11, le tariffe per i mesi Gennaio – Marzo 2012 (**c€/kWh = 6,688**)

Ulteriori politiche di tariffazione possono prevedere una gestione in classi di priorità del carico EV.

In particolare, soluzioni «smart» possono prevedere una suddivisione in:

- Priorità 1: l'EV deve essere ricaricato immediatamente con ricarica rapida
- Priorità 2: l'EV deve essere ricaricato immediatamente con ricarica tradizionale
- Priorità 3: l'EV può differire il tempo e modulare la durata della ricarica

Gli «smart user» potrebbero andare incontro alle esigenze delle compagnie di distribuzione in quanto i tempi e le modalità di ricarica (assorbimento di potenza dalla rete) potrebbero essere adeguatamente programmati con la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Interfaccia verso la rete

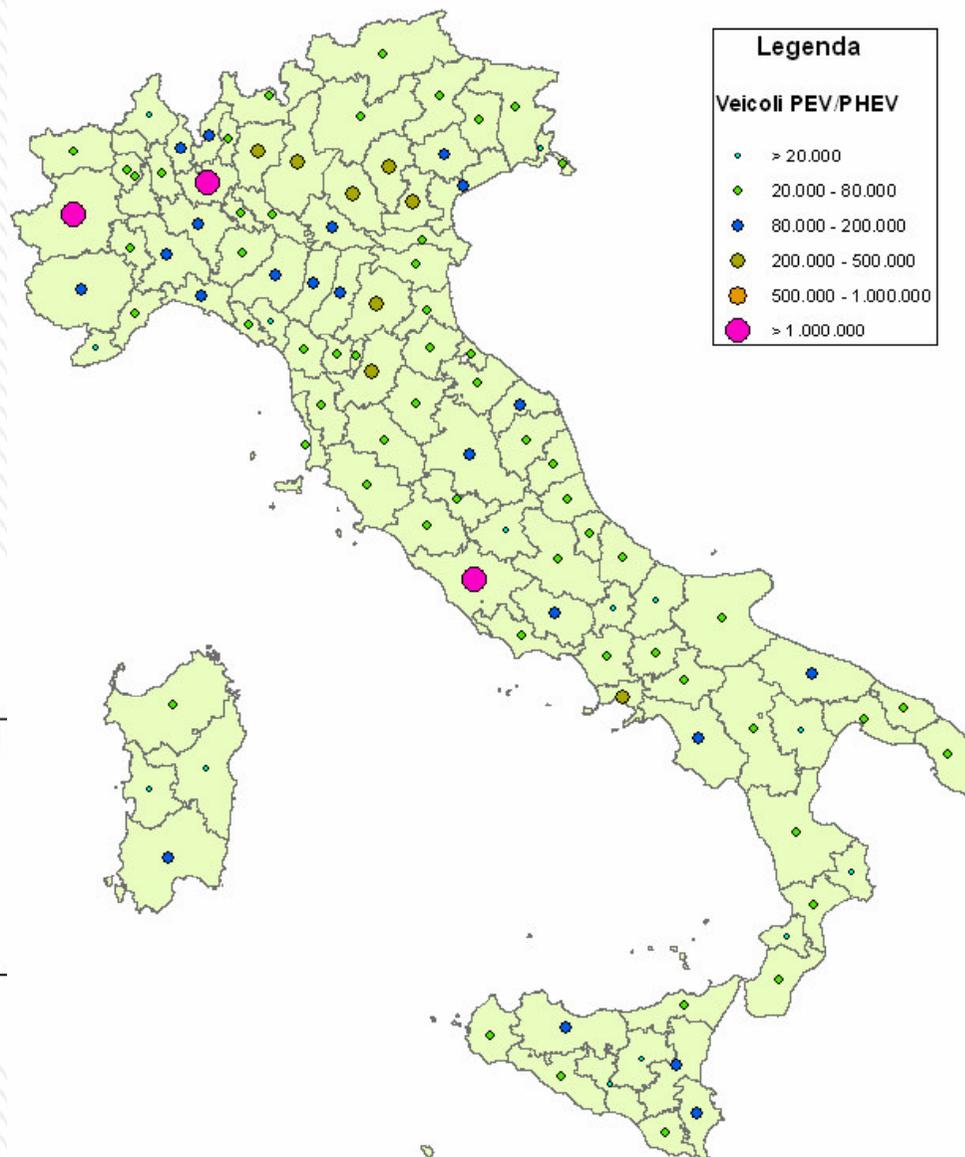
Con la delibera 84/2012 dell'AEEG («Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale») si sono avviate le procedure per l'adeguamento dei sistemi di interfaccia alla rete elettrica.

La norma CEI 0-21 con la delibera modifica e rivoluziona le modalità con le quali gli inverter devono interagire con la rete:

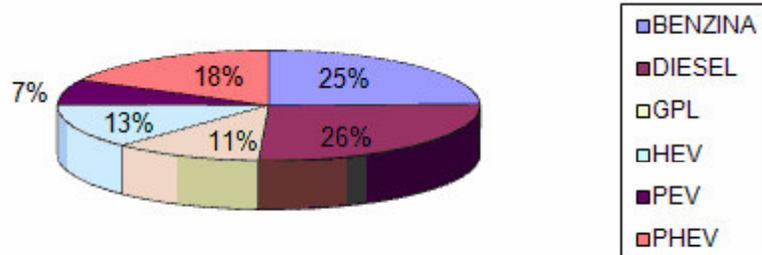
- la possibilità di immettere in rete energia reattiva
 - l'immissione in rete di potenza reattiva permette di “rimodulare” la tensione e gli inverter di fatto dovranno essere sovradimensionati rispetto alle esigenze del solo impianto di produzione.
- l'insensibilità ai buchi di tensione
 - per evitare che si verifichi l'indebita separazione dalla rete in occasione di buchi di tensione,
- la possibilità di modificare lo stato (*Produzione/Stop/Assorbimento*) su precisi comandi inviati dal distributore
 - gli inverter dovranno diventare veri dispositivi intelligenti, non solo dedicati alla conversione DC/AC ma anche alla regolazione dei parametri della rete.

Parco auto al 2030

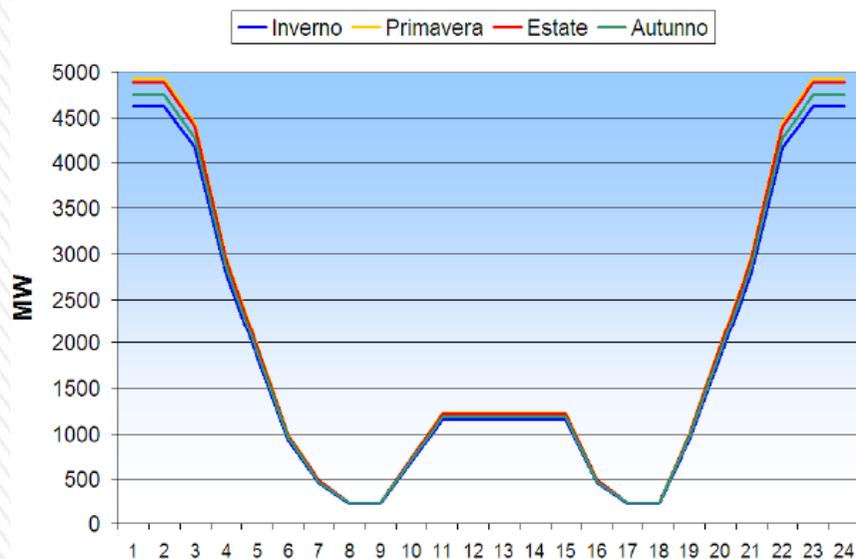
Sulla base degli scenari ISTAT di evoluzione della popolazione e della densità di automobili, si è costruito il seguente scenario di mobilità elettrica al 2030.



Composizione parco auto al 2030- HP 2010



Nuovi profili di carico elettrico nazionale

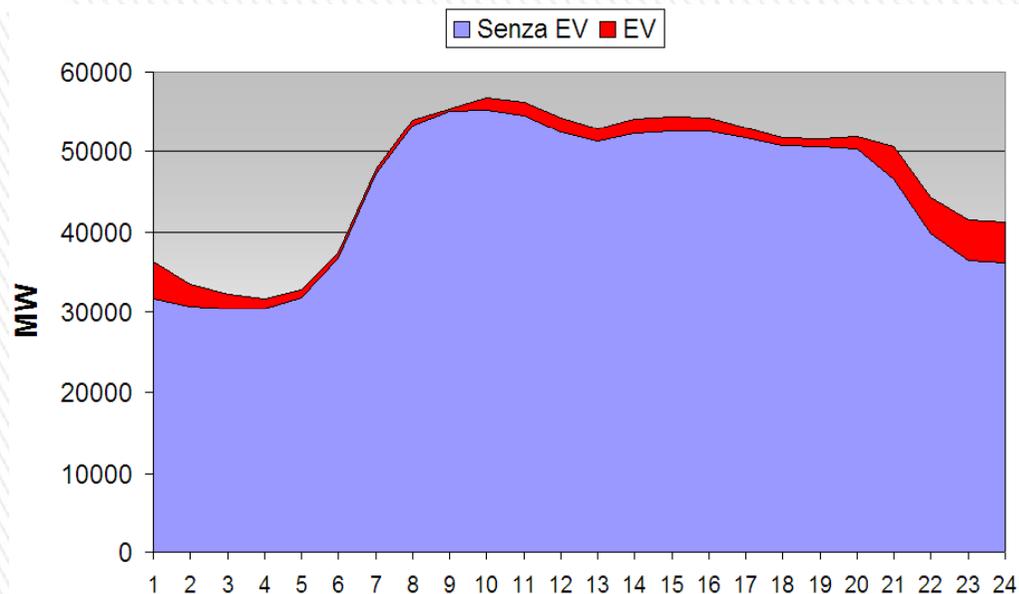


Segmento	Consumo attuale ciclo standard [Wh/km]	Consumo attuale ciclo reale [Wh/km]
A - B	125	139
C - D	180	200

Ricarica giornaliera u.a. di 15 kWh

Profili giornalieri di domanda per la ricarica di VE

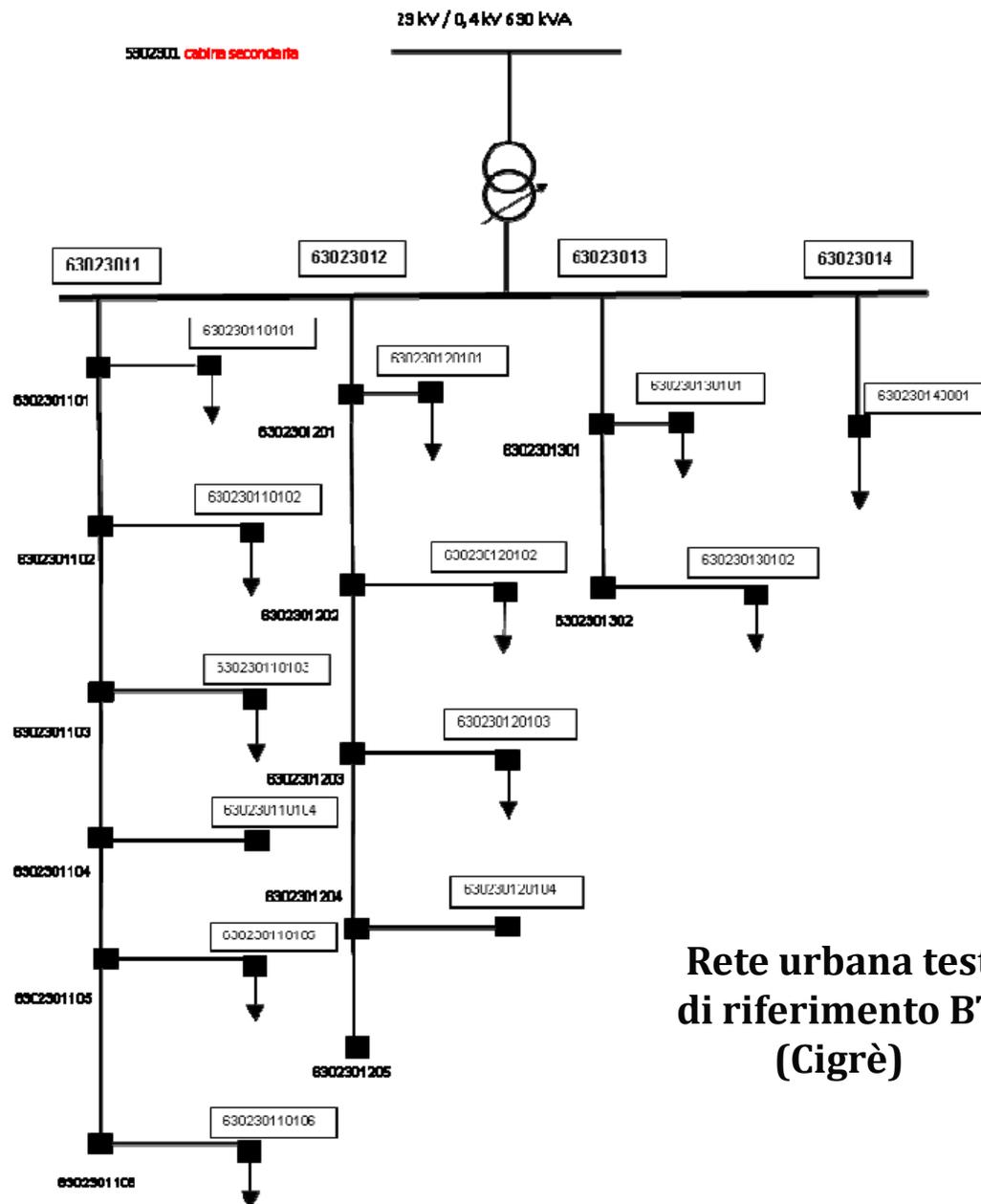
Impatto della ricarica dei VE sulla domanda complessiva



Impatto sulla rete di distribuzione

Nel 2010 sono state condotte indagini simulando la penetrazione di VE su reti reali di distribuzione in bassa tensione.

Lo studio è stato eseguito utilizzando i dati reali di una rete test di riferimento in bassa tensione della Cigrè che ben approssima la situazione tipo di una grande città italiana.

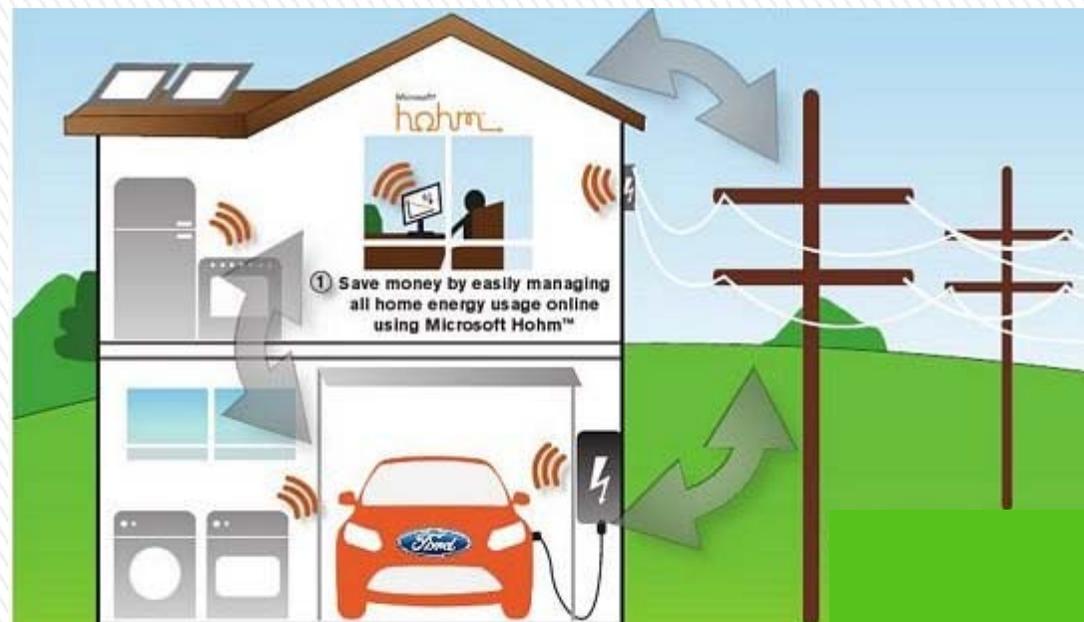


**Rete urbana test
di riferimento BT
(Cigrè)**

Impatto sulla rete di distribuzione

A partire da questi dati si sono condotte tre attività:

- valutazione della capacità della rete di ospitare la ricarica (Hosting Capacity - HC)
- valutazione della durata della ricarica (Time Dependent Hosting Capacity - tdHC)
- analisi della qualità dell'energia in presenza di ricarica lenta, veloce, e di generazione diffusa anche di tipo rinnovabile non programmabile (parametri EN 50160)



Impatto sulla rete di distribuzione

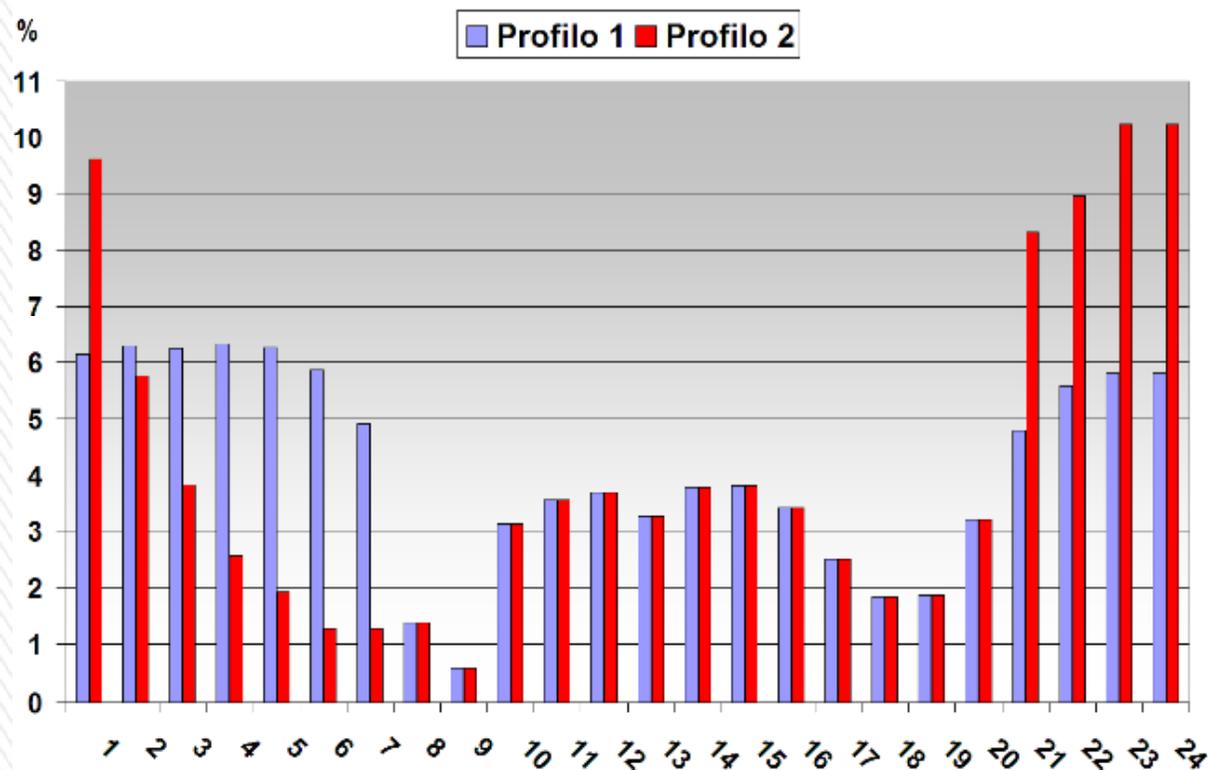
I risultati ottenuti dalle simulazioni per la rete CIGRÉ BT hanno evidenziato che, in alcuni scenari, la tensione risulta scendere al di sotto del valore limite indicato dalla normativa EN 50160 (90% della tensione nominale).

Per ovviare a tali problemi sono possibili due strategie :

- riduzione del numero di veicoli collegati in ricarica con conseguente riduzione del tdHC
- installazione di GD per sostenere la tensione, migliorando il profilo lungo il feeder.

Scenari al 2030 e smart users

- La gestione intelligente del carico, basata sulla programmazione delle ricariche, consente di ottenere benefici sui profili di tensione.
- Un esempio di distribuzione delle ricariche è mostrato in figura



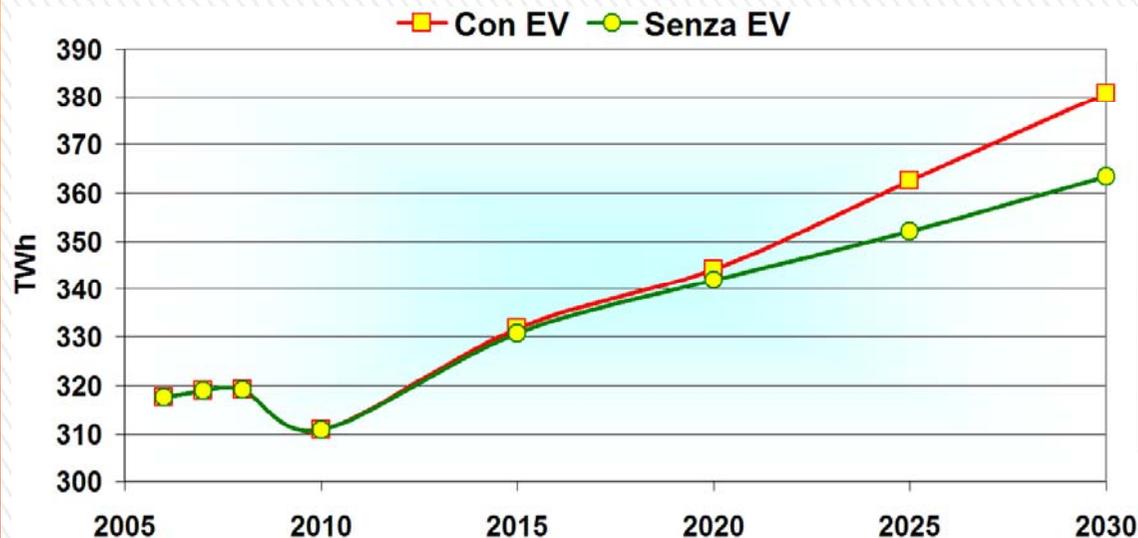
Profilo di ricarica con e senza gestione intelligente del carico

Profilo 1: con gestione intelligente

Profilo 2: senza gestione intelligente

La generazione di energia elettrica

- La mobilità elettrica comporta una maggiore richiesta annua di energia elettrica rispetto al caso base
- L'incremento di richiesta di energia su base annua (al 2030) è inferiore al 5% rispetto al caso base



Differenza di produzione "Con EV" - "Senza EV" [TWh]		
Tecnologia	Profilo 1	Profilo 2
CCGT	11,6	13,4
Carbone	5,4	4,5
Carbone CCS	1,1	0,4
Totale	18,1	18,3

È evidente che non c'è grossa necessità di avere nuova generazione

Smart Mobility in Smart Cities

Grazie per l'attenzione

Antonio Piccolo

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università degli Studi di Salerno

apiccolo@unisa.it