



IMPATTI DEL DYNAMIC PRICING APPLICATO AI CONSUMATORI ELETTRICI RESIDENZIALI

*Analisi delle best practices internazionali, delle barriere potenziali alla
introduzione in Italia, e analisi quantitativa dell'impatto
sull'utente finale e sul sistema elettrico*

Gennaio 2016

Autori: Fabio Lanati, Alberto Gelmini - RSE
A cura di: Fabio L. Bellifemine, Stefano Ginocchio - Associazione Energy@home

Questo studio è stato realizzato da RSE



in collaborazione e per conto della
Associazione Energy@home

Copyright 2015, 2016 della Associazione Energy@home
www.energy-home.it

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere
riprodotta, archiviata, memorizzata o trasmessa in qualsiasi forma o mezzo.

L'autorizzazione alla riproduzione dovrà essere richiesta a
Associazione Energy@home, Corso d'Italia 41, 00198 ROMA



Sembra sempre impossibile finché non viene realizzato.

(Nelson Mandela)





Premessa ...

Oggi i consumatori di energia elettrica possono non solo produrre parte della propria energia grazie alla generazione distribuita, in particolare al fotovoltaico, ma hanno anche a disposizione informazioni e strumenti sempre più efficaci per scegliere quando e come utilizzare l'energia prelevata dalla rete. Gli elettrodomestici stessi e tutti i sistemi della casa possono diventare capaci di comunicare e di prendere decisioni. E' una nuova frontiera della domotica, potenziata dal fenomeno emergente della cosiddetta "internet of things".

Per creare un ecosistema tecnologico ricco e aperto, l'Associazione Energy@home ha adottato e promosso un approccio di "open innovation", accreditandosi come luogo privilegiato di incontro di idee ancora prima che di soluzioni. Più volte, questo patrimonio di idee è stato offerto all'esterno, attraverso le attività di standardizzazione internazionale, la partecipazione alle consultazioni pubbliche dell'Autorità per l'energia, l'organizzazione di seminari.

Lo studio oggetto di questa monografia è stato realizzato da RSE, curato, coordinato e finanziato da Energy@home. Esso vuole offrire un contributo alla riflessione su un tema specialistico, ma potenzialmente di grande impatto: le migliori pratiche per l'applicazione al settore residenziale di prezzi dinamici dell'energia elettrica, cioè di prezzi variabili in base all'ora e al giorno di utilizzo. Il lavoro analizza le migliori esperienze internazionali, individua le potenziali barriere e analizza i benefici di queste pratiche per gli utenti e il sistema elettrico italiani.

Ne emerge che la rapida diffusione degli smart meters ha creato in molti paesi la base necessaria per partire con la sperimentazione di nuove modalità di pricing, ma un'infrastruttura di misura avanzata non è sufficiente, tutti i principali attori del sistema elettrico devono essere coinvolti nel processo.

Con più stretto riferimento al contesto italiano sono state analizzate le potenziali barriere: le barriere tecniche (accessibilità delle misure), le barriere energetiche (disponibilità di carichi controllabili) e le barriere regolatorie (schemi di prezzo predefiniti). Lo studio mostra che i maggiori vincoli a un sistema di prezzi più dinamico sono costituiti dall'utilizzo di protocolli proprietari per la comunicazione dei contatori (che limita l'accesso locale ai dati di misura), dalla ridotta diffusione di tecnologie elettriche nel settore domestico (determinata in passato anche dalla

progressività delle tariffe elettriche), dal meccanismo di formazione del prezzo unico nazionale (che non rispecchia le criticità locali della rete elettrica) e dal fatto che nell'attuale bolletta residenziale la componente legata direttamente al PUN rappresenta meno della metà della spesa totale.

La parte più estesa dello studio è stata poi dedicata all'analisi degli scenari che l'applicazione di prezzi dinamici nel settore residenziale produrrebbe sul mercato elettrico italiano. I risultati finali delle analisi e delle simulazioni evidenziano che:

- la flessibilità dei consumi residenziali, il 60% e anche di più se l'utente è evoluto ed *elettrificato*, può essere messa a disposizione di diversi obiettivi, il più ovvio dei quali (non l'unico) è rispondere al segnale di prezzo della borsa elettrica;

- ottenere un vantaggio economico per l'utente finale non è tuttavia banale, infatti tutti i meccanismi di prezzo a "fasce", compatibili con una gestione "umana" e non automatica dei carichi producono risparmi modesti;

- per ottenere vantaggi sensibili è necessaria automazione (ad esempio elettrodomestici connessi e intelligenti) e una notevole variabilità del prezzo, che può portare a risparmi fino al 10-15%, ma l'attuale bolletta italiana, dove diverse componenti mascherano in gran parte il prezzo dell'energia, riduce le opportunità in tal senso;

- tra gli obiettivi perseguibili, non legati alla borsa elettrica ma al sistema elettrico in generale, ci sono una riduzione o contenimento del picco di potenza sulla rete elettrica grazie al contributo massivo del settore residenziale e un miglioramento della capacità di accogliere generazione distribuita rinnovabile: virtualmente si potrebbero introdurre un 15-20% di generazione rinnovabile o di consumi elettrici avanzati senza aggravio per le reti.



<i>cap. 0</i>	Gli Autori	Pag 8
	Executive Summary	Pag 10
	INTRODUZIONE	Pag 14
	OBIETTIVI DELLO STUDIO	Pag 15
<i>cap. 1</i>	1. DYNAMIC PRICING E SMART METERING IN EUROPA E USA	Pag 16
	1.1 Tariffe dinamiche	Pag 17
	1.1.1 Tariffe Time-of-Use (TOU)	Pag 17
	1.1.2 Tariffe Critical-Peak-Pricing (CPP)	Pag 18
	1.1.3 Tariffe Real-Time-Pricing (RTP)	Pag 18
	1.1.4 Tariffe Peak-Time-Rebate (PTR)	Pag 19
	1.2 Diffusione degli smart meters in Europa	Pag 19
	1.3 Schede di dettaglio dei paesi europei oggetto dello studio	Pag 23
	1.3.1 Regno Unito	Pag 23
	1.3.2 Spagna	Pag 26
	1.3.3 Francia	Pag 28
	1.3.4 Germania	Pag 31
	1.3.5 Finlandia	Pag 33
	1.3.6 USA	Pag 36
1.4 Best Practices per il dynamic pricing	Pag 38	
<i>cap. 2</i>	2. ANALISI DELLE POTENZIALI BARRIERE PER IL DYNAMIC PRICING	Pag 41
	2.1 Analisi delle potenziali barriere tecniche	Pag 41
	2.2 Analisi delle potenziali barriere energetiche	Pag 43
	2.3 Analisi delle potenziali barriere regolatorie e di mercato	Pag 46
<i>cap. 3</i>	3. SCENARI DEL MERCATO ELETTRICO	Pag 50
	3.1 Analisi dei profili di consumo degli utenti residenziali	Pag 50
	3.2 Analisi dei profili di consumo delle tecnologie elettriche residenziali e valutazione dei carichi controllabili	Pag 53
	3.3 Valutazione dell'impatto dei meccanismi di pricing sull'utente finale tipo TOU	Pag 55
	3.3.1 Impatto delle nuove opzioni TOU	Pag 57
	3.4 Valutazione dell'impatto dei meccanismi di pricing sull'utente finale tipo RTP	Pag 64
	3.4.1 Impatto delle nuove opzioni RTP	Pag 66
	3.5 Risparmio conseguibile con l'opzione accumulo elettrico	Pag 68
	3.6 Simulazioni del mercato elettrico e valutazione dell'impatto delle opzioni di pricing a livello di sistema elettrico	Pag 69
	3.6.1 Metodologia	Pag 69
	3.6.2 Risultati delle simulazioni	Pag 71
	3.7 Impatto sulla rete di distribuzione	Pag 74
	3.7.1 Riduzione dei picchi di carico sulla rete di distribuzione	Pag 75
	3.7.2 Riduzione dei picchi di carico per i singoli utenti	Pag 75
3.7.3 Impatto sulla generazione distribuita installabile	Pag 76	
Conclusioni	Pag 81	
Bibliografia	Pag 83	
<i>cap. 4</i>	Profilo di RSE	Pag 86
<i>cap. 5</i>	Profilo della Associazione Energy@home	Pag 88



Fabio Lanati

Autore

Fabio Lanati laureato in Ingegneria Elettrica (Università degli Studi di Pavia), fa parte del gruppo Scenari del sistema elettrico del dipartimento Sviluppo dei Sistemi Energetici di RSE.

Attualmente lavora nel campo della modellistica occupandosi di analisi di scenari energetici di lungo termine, simulazioni del sistema elettrico e gestione della domanda.



Alberto Gelmini

Autore

Alberto Gelmini laureato in Matematica (Università Cattolica Brescia), attualmente è responsabile per il dipartimento Sviluppo dei Sistemi Energetici di RSE, dei progetti di ricerca e sviluppo inerenti i mercati elettrici e gli scenari di sviluppo dei sistemi energetici.

BIOGRAFIE



Stefano Ginocchio

Curatore

Stefano Ginocchio si è laureato in ingegneria elettrica al Politecnico di Milano. Lavora in Edison dal 2001, presso la direzione Research, Development and Innovation.

Si è occupato di superconduttività, celle a combustibile e generazione elettrica a basso impatto ambientale, sistemi di qualità.

Oggi lavora allo sviluppo di servizi innovativi basati sulle misure, l'automazione e le nuove tecnologie di interazione con i clienti.



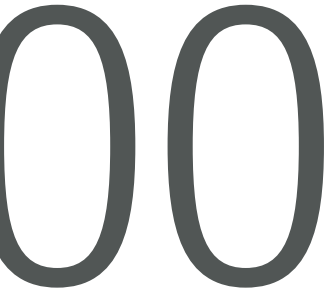
Fabio L. Bellifemine

Curatore

Fabio L. Bellifemine è responsabile in Telecom Italia della funzione Verticals & IoT Services Innovation nonché Direttore della Associazione Energy@home.

E' stato ricercatore presso il CNR dove si è occupato di algoritmi di codifica video e nel 1994 è passato in CSELT (poi TILAB, oggi Telecom Italia) dove si è occupato di tecnologie di agenti software sviluppando la piattaforma open source JADE e coordinando lo Architecture Board di FIPA, Foundation for Intelligent Physical Agents.

Executive Summary



Oggi i consumatori di energia elettrica possono non solo produrre parte della propria energia grazie alla generazione distribuita, in particolare al fotovoltaico, ma hanno anche a disposizione informazioni e strumenti sempre più efficaci per scegliere quando e come utilizzare l'energia prelevata dalla rete. Gli elettrodomestici stessi e tutti i sistemi della casa possono diventare capaci di comunicare e di prendere decisioni. E' una nuova frontiera della domotica, potenziata dal fenomeno emergente della cosiddetta "internet of things".

L'associazione Energy@home raccoglie al suo interno alcuni dei protagonisti più significativi dell'evoluzione del mondo dell'energia, dell'energia elettrica in particolare, non solo aziende del sistema elettrico, ma anche operatori di telecomunicazioni, costruttori di elettrodomestici e sistemi di riscaldamento, sviluppatori di hardware e software, aziende di impiantistica, assicurazioni. Per creare un ecosistema tecnologico ricco e aperto, l'associazione ha adottato e promosso un approccio di "open innovation", accreditandosi come luogo privilegiato di incontro di idee ancora prima che di soluzioni. Più volte questo patrimonio di idee è stato offerto all'esterno, attraverso le attività di standardizzazione internazionale, la partecipazione alle consultazioni pubbliche dell'Autorità per l'energia, l'organizzazione di seminari.

Lo studio oggetto di questa pubblicazione è stato realizzato da RSE, curato, coordinato e finanziato dall'Associazione Energy@home. Esso vuole offrire un contributo alla riflessione su un tema specialistico, ma potenzialmente di grande impatto: le migliori pratiche per l'applicazione al settore residenziale di prezzi dinamici dell'energia elettrica, cioè di prezzi variabili in base all'ora e al giorno di utilizzo. Negli ultimi anni sono state infatti riportate numerose evidenze che la bioraria in Italia sia da superare in quanto fornisce un segnale di prezzo non più allineato al mercato, questo studio cerca di trattare la problematica in modo ampio analizzando le migliori esperienze internazionali, individuando le potenziali barriere e analizzando i benefici qualitativi e quantitativi di queste pratiche per gli utenti e il sistema elettrico italiani.

Sulla base della letteratura internazionale sono state illustrate diverse opzioni: time-of-use (TOU), critical-peak-pricing (CPP), real-time-pricing (RTP), peak-time-rebate (PTR) ed è stata esaminata la diffusione in Europa degli smart meters, fondamentale fattore abilitante. Sono poi state approfondite le esperienze più significative di "dynamic pricing". L'indagine si è focalizzata su Spagna, Francia, Finlandia, Germania e UK, pur senza limitarsi a questi paesi. Ne emerge che la rapida diffusione degli smart meters ha creato in molti paesi la base necessaria per partire con la sperimentazione di nuove modalità di pricing, ma un'infrastruttura di misura avanzata non è sufficiente, tutti i principali attori del sistema elettrico devono essere coinvolti nel processo.

Lo studio della letteratura ha evidenziato che l'introduzione di opzioni di prezzo dinamico permette in generale a certi profili di utente di conseguire risparmi non trascurabili sulla bolletta elettrica: 4% in UK, 7% in Francia, 10% in Germania, fino ad un massimo di 15% in Finlandia.

Inoltre l'**utilizzo di tecnologie abilitanti**, in grado di aiutare i clienti a gestire il consumo di energia elettrica in risposta a segnali di prezzo variabili, **permette di raggiungere risultati anche migliori** in termini di maggior risparmio per il cliente, riduzione del picco di potenza sulla rete elettrica ma soprattutto in termini di accettabilità dell'opzione di "dynamic pricing". Non è infatti da trascurare il fatto che, in generale, **le opzioni che offrono maggiori potenziali di risparmio sono anche le più rischiose** in quanto espongono maggiormente il cliente alla volatilità dei mercati all'ingrosso dell'energia elettrica. In quest'ottica è fondamentale il lavoro di Energy@home che ha specificato e realizzato una architettura in grado di gestire in modo armonico ed unificato un insieme di tecnologie abilitanti quali il dispositivo SmartInfo per acquisire in tempo reale direttamente dal contatore dati di consumo, produzione e potenza disponibile, le applicazioni in grado di fornire avvisi e suggerimenti personalizzati customizzati sul singolo utente, gli elettrodomestici in grado di adattare schedulazione e opzioni di funzionamento secondo i segnali di prezzo e i segnali di disponibilità di energia auto-prodotta, l'auto elettrica e i sistemi di accumulo residenziale in grado di adattare dinamicamente il proprio funzionamento secondo le migliori opzioni disponibili.

Se da un lato è evidente che le tecnologie abilitanti non sono ancora sufficientemente diffuse, ci si è domandati se - con più stretto riferimento al contesto italiano - ci fossero eventuali barriere in grado di limitare o addirittura ostacolare l'applicazione di schemi di prezzo dinamico. Sono così state analizzate queste potenziali barriere: le **barriere tecniche** (accessibilità delle misure), le **barriere energetiche** (disponibilità di carichi controllabili) e le **barriere regolatorie** (schemi di prezzo predefiniti).

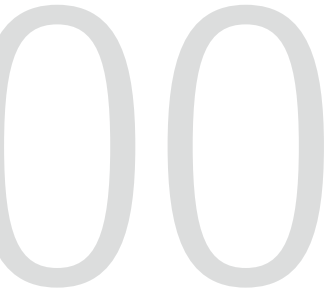
Rispetto alle barriere tecniche, lo studio mostra l'importanza della **disponibilità di dati freschi di misura** in tempo quasi reale, sia verso i venditori di energia elettrica sia verso il cliente finale e il suo fornitore di servizi a valore aggiunto, evidenziando l'importanza di facilitare la diffusione di protocolli standardizzati per la comunicazione con i contatori.

La bassa elettrificazione del settore residenziale in Italia rappresenta poi una barriera ener-

getica potenziale in quanto limita i margini su cui agire per adattare i carichi ai segnali di prezzo: in paesi come Francia e Finlandia la principale voce di consumi elettrici è rappresentata dalla climatizzazione (oltre il 52% dei consumi contro il 26% in Italia) con consumi per famiglia anche 4 volte superiori ai consumi italiani, è evidente che in questi contesti anche il solo utilizzo di un termostato intelligente permette di creare benefici economici significativi. Va detto che in Italia sono già state pianificate da parte della Autorità energetica una serie di azioni volte a ridurre lo svantaggio competitivo del vettore elettrico rispetto a quello gas soprattutto in ambiti di utilizzo "non obbligati" quali i trasporti e gli usi termici (si pensi ai veicoli elettrici, alle pompe di calore elettriche sia per riscaldamento sia per produzione di sola acqua calda sanitaria, alle piastre a induzione per cucinare). Infine, sono state identificate due potenziali barriere regolatorie:

a) il fatto che **il meccanismo di formazione del prezzo unico nazionale (PUN) non rispecchi le criticità locali della rete elettrica** e, come tale, non possa essere utilizzato adeguatamente per superare le problematiche zionali con l'aiuto dei consumatori domestici;

b) il fatto che nell'attuale bolletta residenziale **la componente legata direttamente al PUN rappresenta meno della metà della spesa totale** e, pertanto, pur nell'ipotesi di poter adattare la totalità dei carichi controllabili alla variazione del prezzo dell'energia elettrica, gli sforzi dell'utente finale perdono di significatività quando vengono pesati sul totale della bolletta.



La parte più estesa dello studio è stata poi dedicata all'**analisi degli scenari che produrrebbe sul mercato elettrico italiano l'applicazione di prezzi dinamici nel settore residenziale.**

Sono stati analizzati i profili di consumo degli utenti residenziali e in particolare i profili di consumo delle tecnologie elettriche residenziali per valutare l'entità dei carichi controllabili. È stato valutato l'impatto dei meccanismi di pricing sulle scelte dell'utente finale, a partire dagli schemi time-of-use già adottati. Sono state costruite e verificate differenti opzioni di time-of-use e real-time-pricing aderenti all'andamento del mercato elettrico italiano. Sono stati valutati i vantaggi conseguibili per l'utente finale in funzione della sua propensione a modificare le proprie abitudini e a dotarsi di sistemi di automazione ed eventualmente di accumulo.

Sono state effettuate simulazioni del mercato elettrico per valutare poi l'impatto delle opzioni di pricing a livello di sistema elettrico.

L'analisi è stata estesa ad alcuni casi esemplari di reti di distribuzione per valutare le opportunità di riduzione dei picchi di carico e di incremento della generazione distribuita installabile. I risultati finali delle analisi e delle simulazioni evidenziano che:

- **la flessibilità dei consumi residenziali, il 60% e anche di più se l'utente è evoluto ed elettrificato**, può essere messa a disposizione di diversi obiettivi, il più ovvio dei quali (non l'unico) è rispondere al segnale di prezzo della borsa elettrica;

- ottenere un vantaggio economico per l'utente finale non è tuttavia banale, infatti tutti i meccanismi di prezzo a "fasce", compatibili con una gestione "umana" e non automatica dei carichi producono risparmi modesti;

- **per ottenere vantaggi sensibili è necessaria automazione** (ad esempio elettrodomestici connessi e intelligenti) e una notevole variabilità del prezzo, che **può portare a risparmi fino al 10-15%**, ma l'attuale bolletta italiana, dove diverse componenti mascherano in gran parte il prezzo dell'energia, riduce le opportunità in tal senso;

- tra gli obiettivi perseguibili, non legati alla borsa elettrica ma al sistema elettrico in generale, ci sono una **riduzione o contenimento del picco di potenza sulla rete elettrica** grazie al contributo massivo del **settore residenziale** e un **miglioramento della capacità di accogliere generazione distribuita rinnovabile**: virtualmente si potrebbero introdurre un **15-20%** di generazione rinnovabile o di consumi elettrici avanzati senza aggravio per le reti.

