



I sistemi di accumulo per l'autoconsumo di energia

Ing. Marco Pigni
Gruppo "Sistemi di Accumulo"
ANIE Energia

Catania – 7 aprile 2017





ANIE Energia | Chi siamo

- Aderisce a **Confindustria ANIE**.
- Rappresenta le aziende con sede in Italia che producono, distribuiscono ed installano apparecchiature, componenti e sistemi per la **generazione, trasmissione, accumulo e distribuzione** di energia elettrica per il suo utilizzo efficiente nelle applicazioni industriali e civili.
- **Statistiche:**
 - 206 aziende associate
 - oltre 18.000 posti di lavoro
 - Fatturato 2015: 7.4 mld €
 - Export 2015: 4.6 mld €



ANIE Energia | I settori tecnologici

Generazione	Trasmissione e Distribuzione
Impianti e componenti per la produzione di energia	Quadri e componenti in MT
Sistemi per l'energia	Stazioni elettriche AT
Accumulo, Smart grid, Stazioni di ricarica per veicoli elettrici, efficienza energetica	Elettrodotti AT
	Trasformatori
Apparecchiature e componenti per l'utilizzo dell'energia	
	Motori ed azionamenti elettrici
	Quadri e componenti in BT



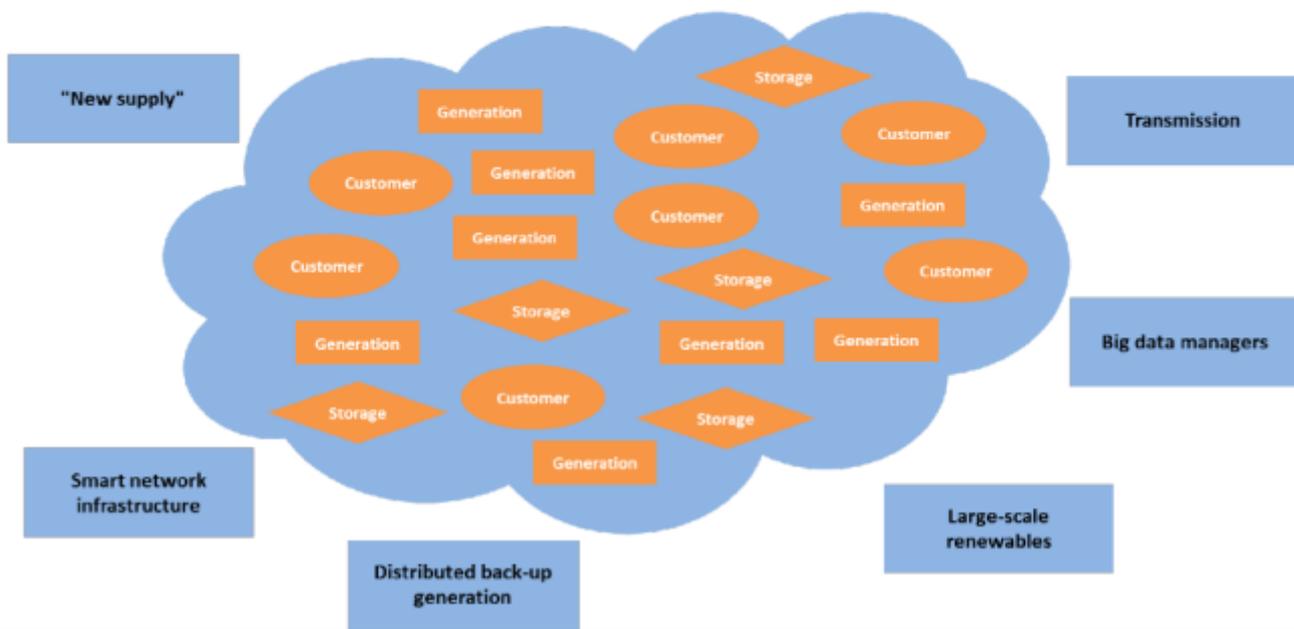
Storage | Cambio di paradigma

Figure 13: Utilities will be the facilitators of a decentralised electricity system

The role of utilities in the past...



...and in the future





Storage | Prospettive di mercato

Prospettive per la domanda e offerta di energia in Europa per il 2030 e il 2050

- La crescita della domanda di elettricità nell'UE entro il 2050 è di poco inferiore a quella a livello globale, ma la produzione di energia aumenta ancora di circa il 50% rispetto ai livelli attuali.
- Nello scenario previsionale 2DS, il mix energetico europeo sarà sempre più decarbonizzato.
- Eolico, solare, bioenergie e idroelettrico: tutti svolgono un ruolo importante nel percorso di decarbonizzazione.
- L'energia nucleare avrà ancora una parte significativa del mix energetico europeo, così come il gas. Il carbone invece perderà terreno inesorabilmente.
- Nel sistema energetico del futuro saranno necessarie tutte le fonti pulite e tutte le **tecnologie abilitanti** in grado di offrire **flessibilità**:
 - Le centrali «distribuite»;
 - Demand-side response tramite una rete intelligente;
 - **Stoccaggi di energia** e la «sharing digital energy»; ;
 - Interconnessioni con i mercati vicini.



Storage | Prospettive di mercato

Technologies aggregate in focus	Conventional generation	Renewable Generation	Transmission	Distribution	Customers services
Pumped hydro energy storage	●	●	●	●	●
Compresses air energy storage	●	●	●	●	●
Electrochemical	●	●	●	●	●
Chemical	●	●	●	●	●
Electro-magnetic Energy Storage, Flywheels	●	●	●	●	●
Thermal energy storage	●	●	●	●	●

● Suitable ● Possible ● Unsuitable



Storage | Prospettive di mercato

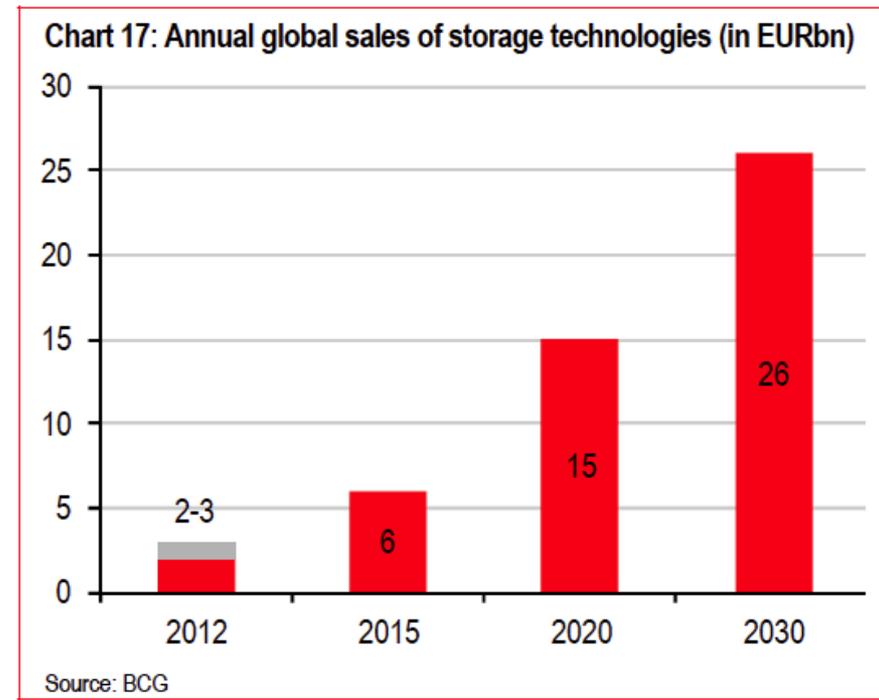
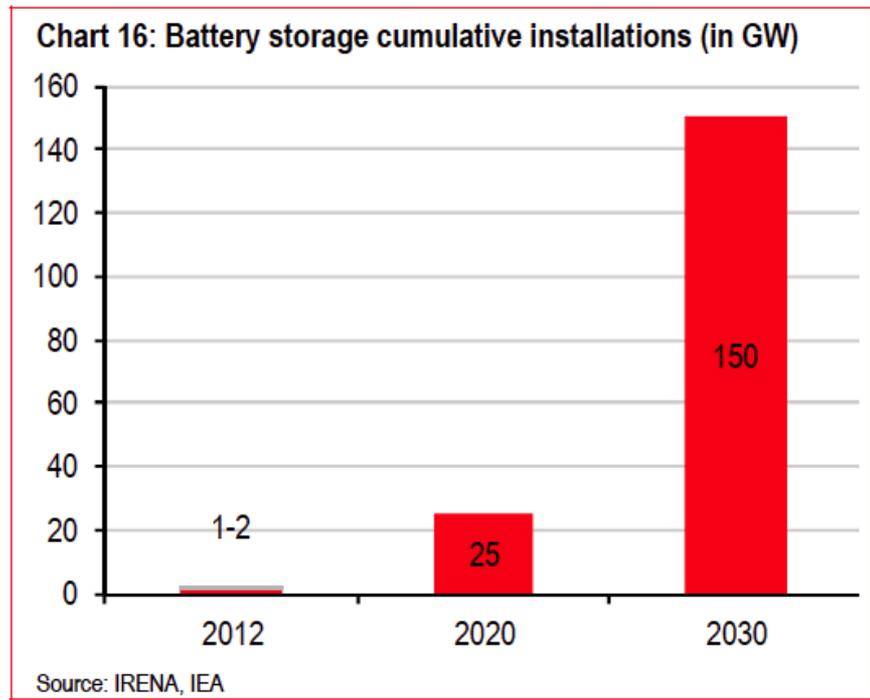
Citigroup stima che una riduzione dei costi dei sistemi di accumulo elettrochimico fino a **\$230/kWh, possibile entro 7-8 anni**, combinata sempre più spesso con la produzione di energia solare, possa rendere sia le **applicazioni utility scale** che quelle **distribuite** per la massimizzazione dell'autoconsumo di energia finanziariamente attraenti in numerose economie sviluppate.

Sempre Citigroup prevede un mercato globale fino a **240 GW per le battery energy storage solutions entro il 2030** (> 400 miliardi dollari) (da questa previsione sono escluse le batterie per mobilità elettrica).



Storage | Prospettive di mercato

Altre centri di ricerca (IRENA-IEA e BCG) sono leggermente più prudenti, ma anch'essi collocano entro il 2020 il definitivo decollo dei sistemi di accumulo elettrochimici





Storage | Stato dell'arte tecnologico

Status	Electrochemical Energy Storage
Mature	Lead-acid
Commercial	Lead-acid, NaS (sodium-sulphur), Li-ion (Lithium-ion) , Na-NiCl ₂ (sodium nickel chloride)
Demonstration	ZnBr (zinc bromine), advanced lead-acid, VR (vanadium redox), NiMH (nickel-metal hydride)
Prototype	Li-ion, FeCr (Iron Chromium),
Laboratory	Zinc-air, advanced Li-ion, new electrochemical couples (other Lithium-based)
Idea -concept	Nano Supercapacitors, new electrochemical couples (metal-air, Na-ion, Mg-based and so on)



Storage | Applicazioni

Application	Pb acid	Ni/MH	Na/S	Na/NiCl ₂	Redox Flow	Li/ion	Super capacitor
Time-shift	●	●	●	●	●	●	●
Renewable integration	●	●	●	●	●	●	●
Network investment deferral	●	●	●	●	●	●	●
Primary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Secondary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Tertiary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Power System start-up	●	●	●	●	●	●	●
Voltage support	●	●	●	●	●	●	●
Power quality	●	●	●	●	●	●	●

● Suitable

● Less suitable

● Unsuitable



Storage | Applicazioni

Confronto tra le prestazioni di otto tipologie di accumulo elettrochimico:

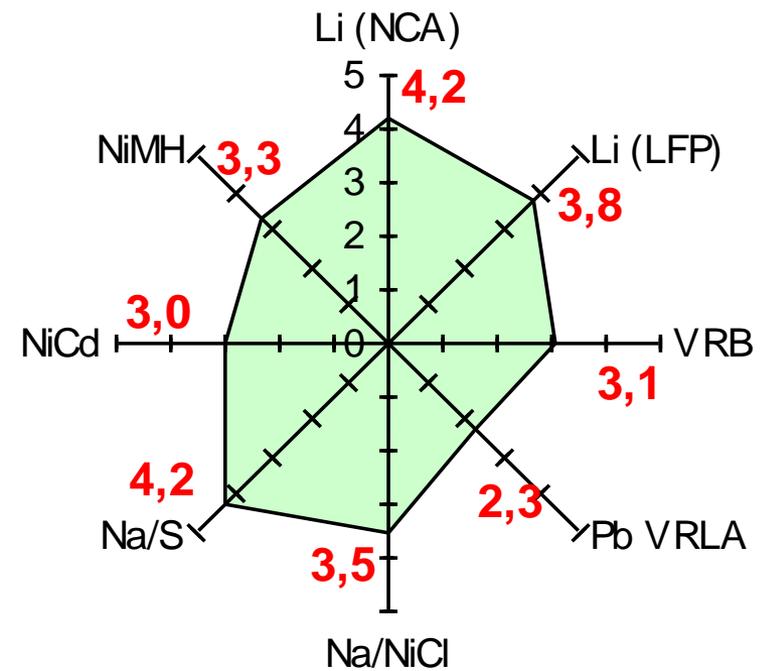
- Litio-ioni con catodo in nichel-cobalto-alluminio (NCA)
- **Litio-ioni con catodo in litio-ferro-fosfato (LFP)**
- Redox a circolazione di elettrolita al vanadio (VRB)
- **Piombo/acido (Pb VRLA)**
- Sodio/Cloruri metallici (SoNICK Na/NiCl₂)
- **Sodio/Zolfo (NaS)**
- Nichel/Cadmio (NiCd)
- **Nichel/Idruri metallici (NiMH)**



Storage | Applicazioni

Ranking delle tecnologie basato sui seguenti indicatori:

- Energia specifica
- Potenza specifica
- Rendimento energetico
- Tempo di vita
- Temperatura di lavoro
- Sicurezza
- Costo/ciclo
- Time shift
- Power balancing
- Servizi ancillari



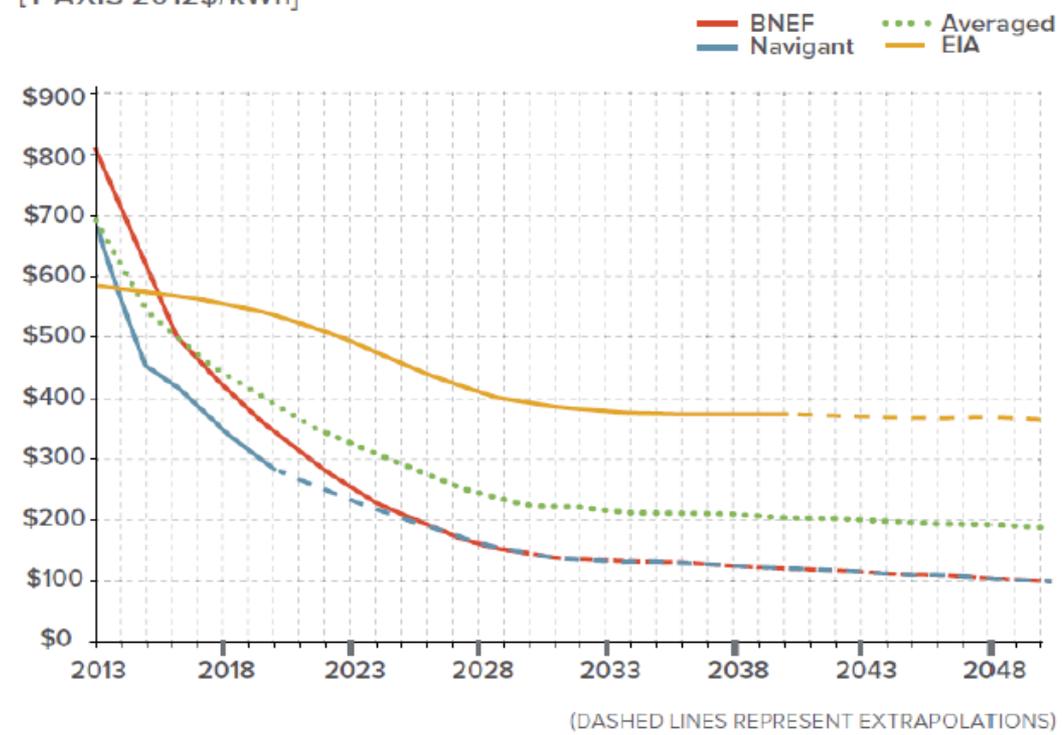


Storage | Proiezione dei costi

Figure 41: Blended Battery Price Projections

BATTERY PRICE PROJECTIONS

[Y-AXIS 2012\$/kWh]



(DASHED LINES REPRESENT EXTRAPOLATIONS)

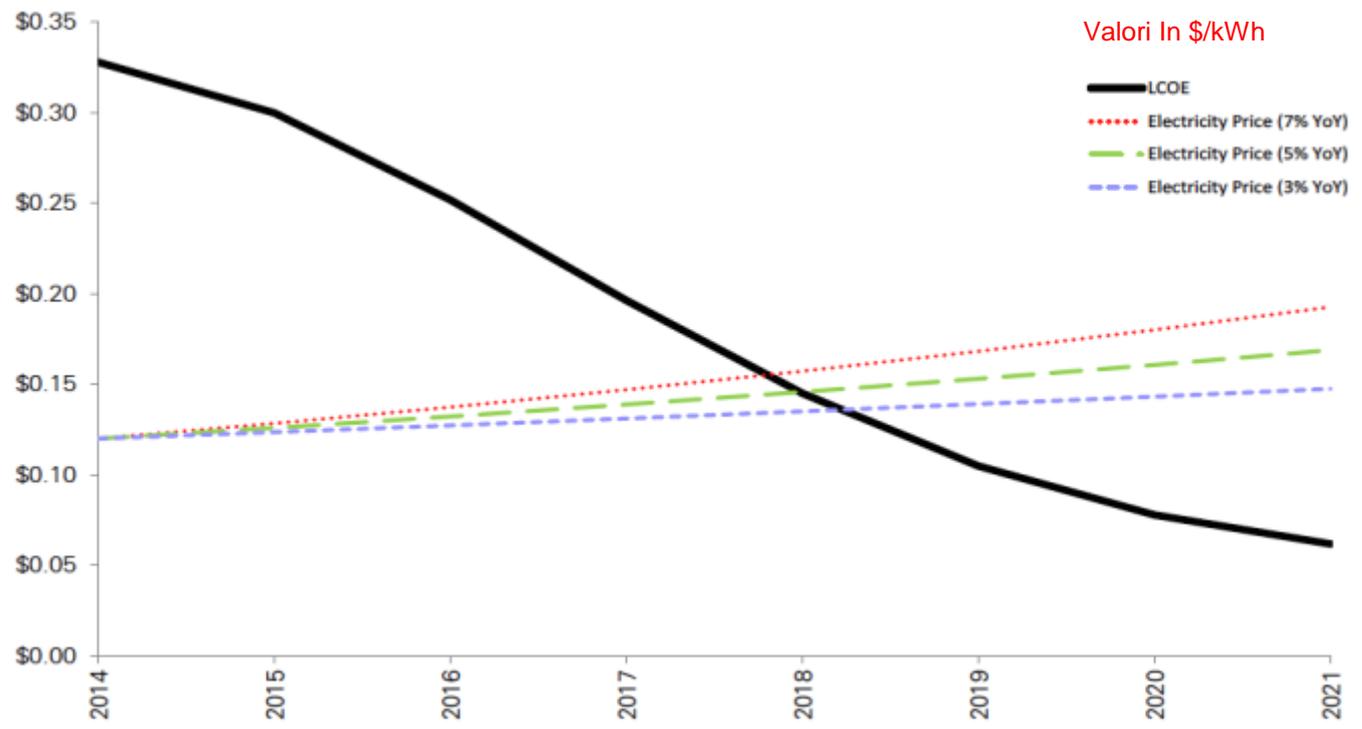
Sources: Rocky Mountain Institute



Storage | Abbinamento con FV

(con riferimento al mercato tedesco)

Figure 44: Illustrative example of System with Batteries at Grid Parity Assuming 10% total system cost reduction YoY



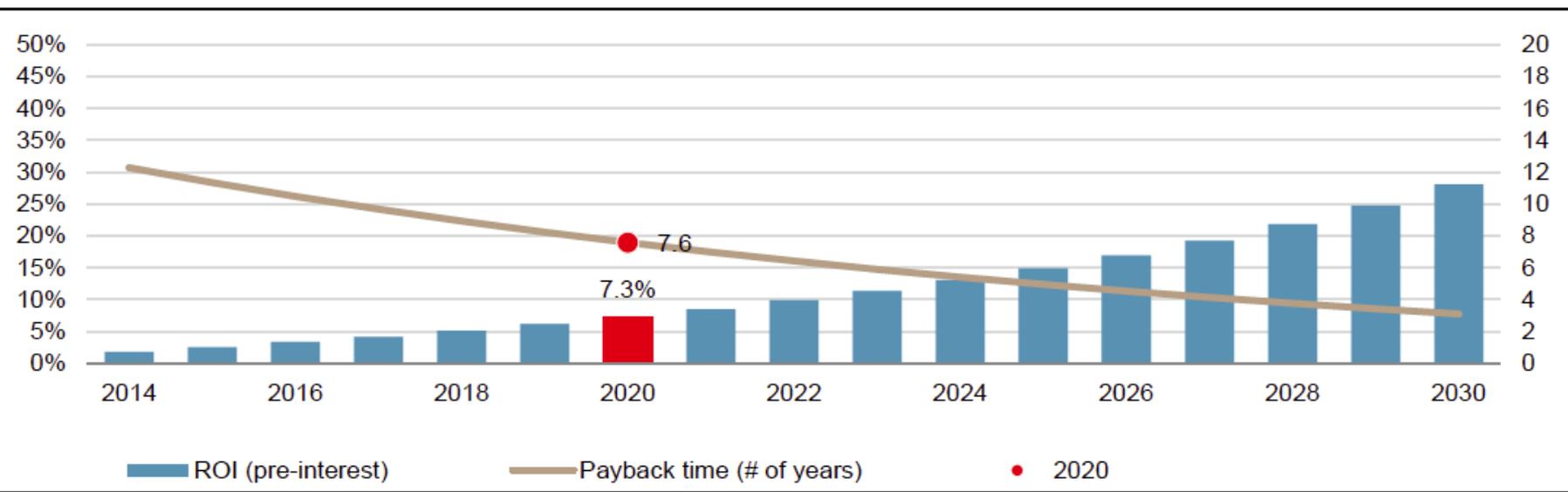
Source: Deutsche Bank



Storage | Abbinamento con FV e EV

(con riferimento al mercato tedesco)

Figure 4: Solar + battery + EV already pay off in certain countries, but economics should further improve dramatically



Source: UBSe. Note: Chart shows economics in Germany.



I sistemi di accumulo come «riserva di energia» in abbinamento al FV

Analisi costi/benefici in applicazioni residenziali ex novo e retrofit

Fonte: «Energy Storage Report» a cura dell' E&S Group Politecnico di Milano

- Presentato al pubblico il 16 novembre 2016 -



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale

- Si considera il **caso di un impianto fotovoltaico da 3 kW** (che rappresenta ad oggi oltre il **60% del mercato residenziale**)
- A questo impianto si ipotizza di **accoppiare un sistema di accumulo agli ioni di litio di 3 diverse capacità: 2, 4 e 6 kWh**, dove in particolare sono considerate due opzioni:
 - l’impianto fotovoltaico da 3 kW è già presente e quindi il sistema di accumulo sia aggiunto in logica di *retrofit*;
 - l’impianto fotovoltaico ed il sistema di accumulo sono installati *ex novo* e congiuntamente.



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale

- Il costo di investimento associato al sistema di accumulo:

SISTEMA DI ACCUMULO	Capacità	Costo – Ex novo	Costo – Retrofit
	Batteria agli ioni di litio	2 kWh	3.500-4.000
4 kWh		5.000-5.800	6.000-6.500
6 kWh		7.000-7.500	8.000-8.500

- E' opportuno sottolineare come, **nel caso di retrofit, il costo per il sistema di accumulo sia maggiore giacché è necessario sostituire anche l'inverter dell'impianto fotovoltaico (*)**.

(*) Gli inverter di nuova generazione sono provvisti di un'apposita «porta» per l'ingresso del sistema di accumulo e quindi già predisposti per un'eventuale integrazione con i SdA.



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale

- Sono stati considerati i seguenti **utenti tipo**:

IMPIANTO FV	DATI		
Profilo di consumo annuale [kWh/anno]	4.000	5.000	6.000
Aree geografiche	Nord (1.100 kWh/ kW picco)	Centro (1.200 kWh/ kW picco)	Sud (1.300 kWh/ kW picco)



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale

- Sono state **utilizzate per il calcolo dei ritorni economiche le tariffe “a regime” conseguenti all’entrata in vigore della riforma introdotta dalla Delibera 582/2015/R/EEL**, ed un tasso di attualizzazione pari al 4%.
- Le soglie economiche di accettazione dell’investimento sono riportate nella tabella seguente. **La vita utile dei sistemi di accumulo può essere considerato pari a circa 10-11 anni.**

	SOGLIE DI ACCETTAZIONE DELL’INVESTIMENTO
IRR [%]	4%
PBT [anni]	6 - 8 anni



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale: un quadro d’assieme

La seguente tabella riassume i risultati ottenuti dalle simulazioni in ambito residenziale nei seguenti scenari di impianto.

PBT «ex-novo»

Profilo di consumo / Capacità batteria	4.000 kWh/anno			5.000 kWh/anno			6.000 kWh/anno		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
2 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		
4 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		
6 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		

PBT «retrofit»

Profilo di consumo / Capacità batteria	4.000 kWh/anno			5.000 kWh/anno			6.000 kWh/anno		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
2 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		
4 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		
6 kWh	>V.U.			>V.U.			>V.U.		



Sistemi di accumulo da 4 kWh: l'analisi di sensitività sulla vita utile



La seguente tabella riassume i risultati **ottenibili** dalle simulazioni in ambito residenziale nei seguenti scenari di impianto nel caso che la **vita utile** di una batteria sia di circa **20 anni**.

■ IRR «*ex-novo*»

Profilo di consumo / Capacità batteria	4.000 kWh/anno			5.000 kWh/anno			6.000 kWh/anno		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
2 kWh	2% - 2,5%			2,5% - 3%			3% - 3,5%		
4 kWh	5% - 5,5%			5,5% - 6%			5,7% - 6,2%		
6 kWh	4,5% - 5%			4,7% - 5%	6% - 6,5%		3,5% - 4%	4,8% - 5%	6,4 - 6,7%

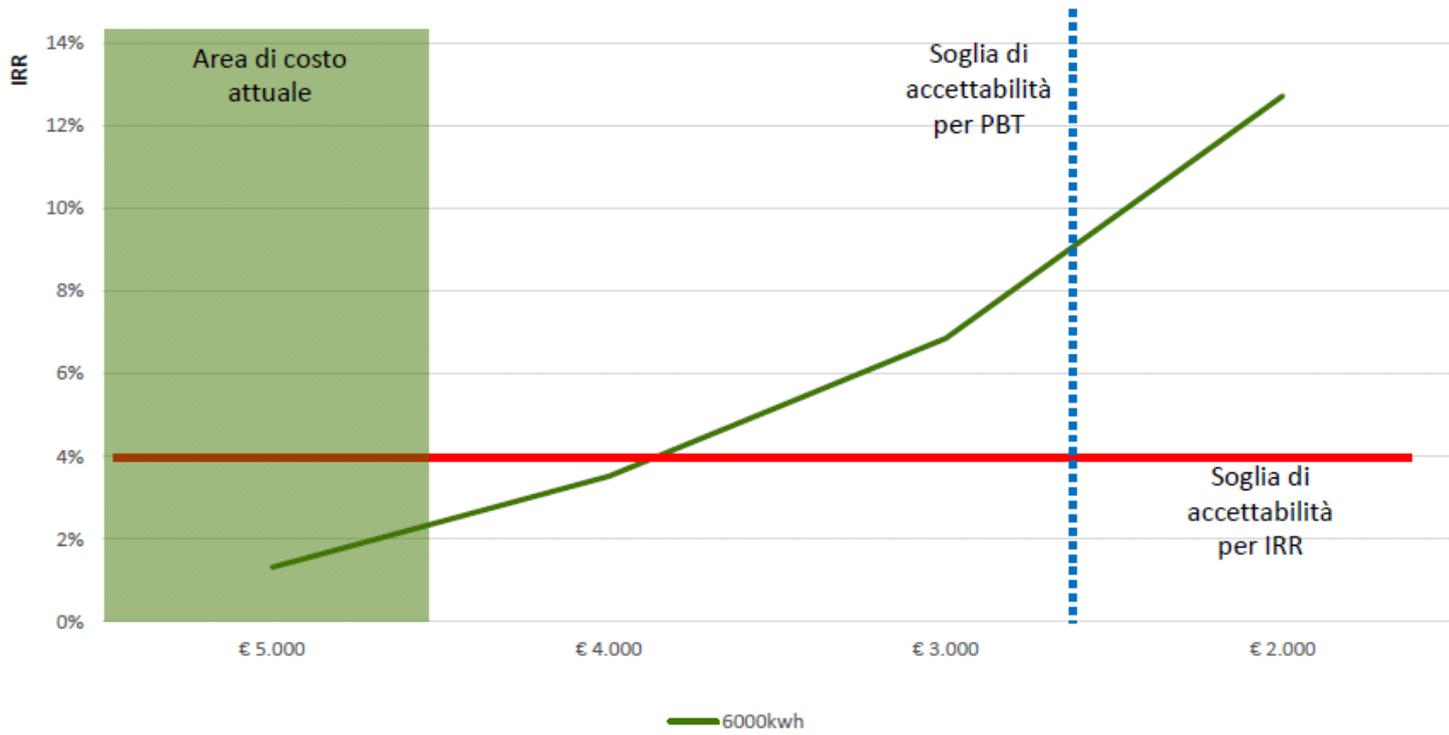
■ IRR «*retrofit*»

Profilo di consumo / Capacità batteria	4.000 kWh/anno			5.000 kWh/anno			6.000 kWh/anno		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
2 kWh	0,5% - 1%			1% - 1,5%			1,3% - 1,6%		
4 kWh	3,5% - 4%			4% - 4,5%			4,2% - 4,7%		
6 kWh	4% - 4,3%			3% - 3,5%	4,3% - 4,6%		2% - 2,2%	3% - 3,4%	4,5% - 4,9%



Sistemi di accumulo da 4 kWh: l'analisi di sensitività sui costi

- Il grafico mostra l'analisi di sensitività per l'IRR in funzione della variazione del costo «chiavi in mano» del sistema di accumulo con capacità **4 kWh** nello scenario «**ex-novo**» **6000 kWh di consumo annuo**.





Sistemi di accumulo da 4 kWh: l'analisi di sensitività

- Appare evidente come **con l'attuale struttura di costi la redditività dell'investimento sia al di sotto della soglia di accettabilità**
- Per arrivare – in ogni caso applicativo – alla soglia del 4% di IRR sarebbe necessario raggiungere **livelli di costo inferiori a quelli attuali in una misura che va dal 33% a quasi il 50%**.
- **Considerando il vincolo del tempo di rientro, invece, il costo dovrebbe scendere tra i 1.500 e i 3.000 €, costo che appare difficilmente raggiungibile.**



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale: un quadro d’assieme

- **L’impiego dei sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale appare ancora lontano dalla piena sostenibilità economica.**
- **Soprattutto con riferimento agli interventi di *retrofit*, che potrebbero giovare della base installata già esistente, non emergono rendimenti dell’investimento tali da giustificare la diffusione di mercato**
- **Il quadro diventa ancora più fosco se si prendono in esame i tempi di rientro degli investimenti, che nella totalità dei casi ci si attende superiori alla vita utile stessa dei sistemi di accumulo**



I sistemi di accumulo come “riserva di energia” in ambito residenziale: un quadro d’assieme

- **Le riduzioni di costo di investimento necessarie** per riportare la situazioni entro criteri di accettabilità dal punto di vista economico **appaiono essere molto spesso estremamente significative.**
- E’ dunque evidente che le **strade per lo sviluppo del mercato in ambito residenziale non possono che essere due, e per certi versi quasi “antitetiche”:**
 - una adozione che non si basi **su criteri di economicità** e quindi **privilegi gli aspetti di innovazione tecnologica o di sostenibilità ambientale** dell’investimento;
 - una adozione che passi da **un nuovo paradigma di consumo elettrico** che renda la **produzione distribuita** e l’**utilizzo dell’energia elettrica** la “chiave” attorno alla quale vengono progettati **i nuovi sistemi residenziali.**



Box: edificio residenziale «full electric»

- Se si ipotizza uno scenario residenziale “full electric”, ossia una configurazione caratterizzata dalle seguenti specifiche energetiche per un edificio residenziale di circa 120 m²:
 - Utenze energetiche soddisfatte tramite il vettore elettrico:

Utenza	Tecnologia
Riscaldamento (a pavimento)	Pompa di calore – 6.500€
Aria condizionata	
Acqua calda sanitaria	
Cucina	Piastra ad induzione
Elettrodomestici	Alta efficienza energetica classe A++

- Impianto di auto-produzione:

	Dati
Potenza Impianto Fotovoltaico	5 kW
Area geografica	Nord italia - 1.100 kWh/kW
Costo «chiavi in mano»	10.000€
SdA 4 kWh	5.000€





Box: edificio residenziale «full electric»

- L'investimento complessivo necessario alla realizzazione della configurazione «full electric» è di **21.500 €**.

	Caso "tradizionale"	Caso "full electric"
Profilo di consumo elettrico	2.400 kWh/anno - 2.800 kWh/anno	6.000 kWh/anno - 7.000 kWh/anno
Profilo di consumo gas	1.000 Smc -1.300 Smc	-

- La **configurazione "full electric"** mostra tempi e ritorni decisamente interessanti, come riportato in tabella.

	Dati
IRR (internal rate of return)	11,1 %
PBT (Pay-back time)	8 anni

@ N.B.: Per quanto riguarda l'impianto di riscaldamento dell'edificio si ipotizza che l'investimento faccia riferimento esclusivamente alla pompa di calore in sostituzione alla precedente tecnologia e che non sia necessario intervenire sul circuito di distribuzione radiante già esistente.



Storage | Libro Bianco ANIE-RSE 1.0 del 2015

- Il **Libro Bianco**: una base di discussione per la corretta evoluzione normativa e regolatoria a sostegno dello sviluppo dei SdA
- Attività avviata ad inizio 2014 dal Gruppo SdA di ANIE Energia in collaborazione con RSE, per meglio **comprendere la sostenibilità tecnico-economica dell'impiego dei SdA** in varie situazioni impiantistiche per:
 - *La gestione dei flussi energetici (arbitraggio, autoconsumo, ecc)*
 - *Valutare l'applicazione di sistemi di accumulo elettrochimici (SdA) alla fornitura di servizi di dispacciamento*
 - *Considerare sia applicazioni di SdA in configurazione stand-alone, sia accoppiati con impianti a fonti rinnovabili non programmabili (obbligo di fornitura servizi)*
- Definizione e messa a punto di vari **casi d'uso** attraverso un'intensa attività di simulazione e discussione dei risultati.
- Presentato il 26 marzo 2015 a Roma c/o GSE
- Download GRATUITO dal sito: <http://anienergia.anie.it/libro-bianco-sugli-accumuli/>



Storage | Libro Bianco ANIE-RSE 2.0 del 2017

Presentato il 5 aprile 2017 c/o GSE - Roma – ambito politico

Contenuti:

- SdA a supporto della gestione delle reti di distribuzione
- Approfondimento studio isola minore
- Colonnine di ricarica veicolo elettrico con accumulo integrato
- Regolazione primaria e secondaria di frequenza e regolazione di tensione
- Prosumer
- Grid defection

Collaborazione anche con Enel, Enel Green Power e Politecnico di Milano

Prossimo evento: 10 maggio 2017 c/o PoliMi, con presentazioni tecniche

Dopo il 10 maggio 2017 download GRATUITO dal sito ANIE Energia

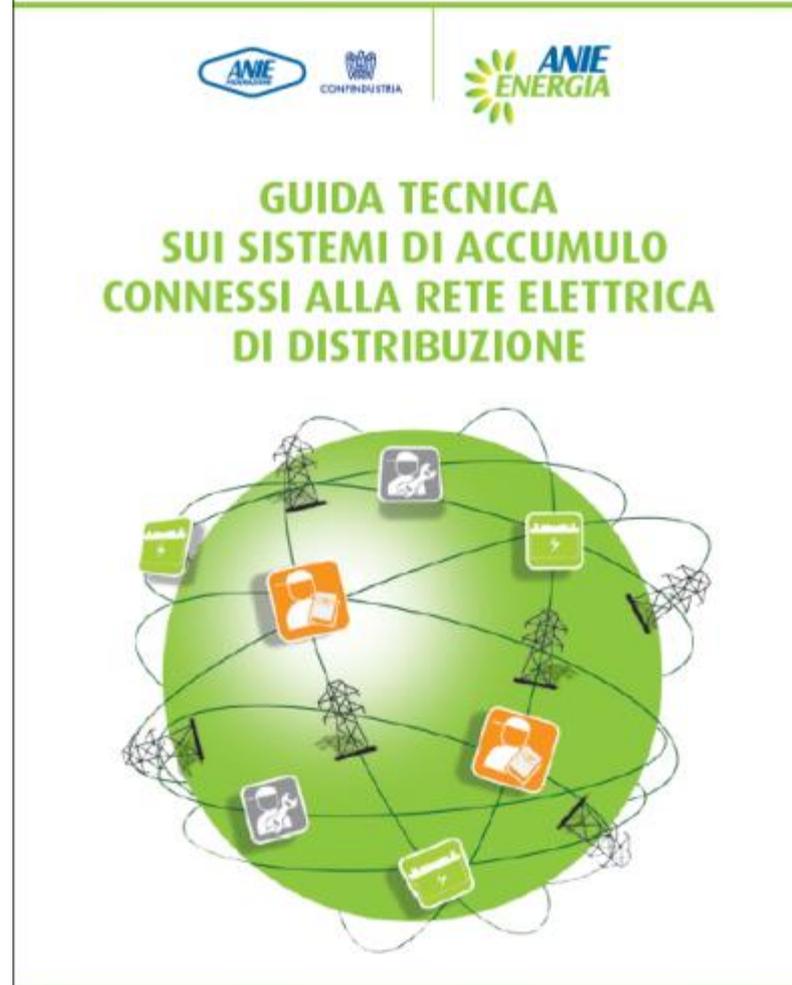
 @ANIEnergia



Publicazione ANIE

Publicata nel 2016 la «Guida Tecnica sui Sistemi di Accumulo connessi alla rete elettrica di distribuzione»

- **Normativa CEI**
- **Deliberazioni AEEGSI**
- **Procedure connessione**
- **Adempimenti GSE**
- **Aspetti di sicurezza e ambientali**
- **Esempi di applicazione**





Storage | Conclusioni

- L'Italia è fra i paesi maggiormente **all'avanguardia** nell'implementazione di reti intelligenti (smart grids), sistemi per l'efficienza energetica (SDC-SEU – da liberare ulteriormente) e **sistemi di accumulo dell'energia (61 MW di impianti «utility e big scale» + almeno 20 MW di impianti «residenziali», per più di 6.000 unità).**
- Il **driver principale** del cambiamento: la massiccia connessione di impianti FER negli ultimi anni (e *FRNP in particolare: 19,1 GW fotovoltaici e 9,1 GW eolici al 31/12/2015, +360 MW FV e + 423 MW wind nel 2016 – dato preliminare GSE*).
- **Evoluzione delle infrastrutture:** la rete di trasmissione ma ancor più le reti di distribuzione.
- **Valorizzare i servizi di rete per la flessibilità** erogati dai SdA (da soli o in accoppiamento con vari tipi di generatori) in funzione dei benefici che portano a tutto il Sistema Elettrico.
- Il **futuro dell'industria elettrica:** dalla sola CONNESSIONE delle FER (e della GD più in generale) alla loro piena INTEGRAZIONE nel nuovo mercato elettrico.



Storage | Conclusioni

- Progressiva **riduzione della quota di domanda coperta dalle unità convenzionali dispacciabili**, le uniche per ora abilitate alla fornitura di servizi di dispacciamento
- Crescente **domanda di servizi di dispacciamento** per far fronte all'aleatorietà delle fonti rinnovabili.
- Necessario un progressivo **coinvolgimento delle fonti rinnovabili stesse (anche accoppiate a sistemi di accumulo) nella fornitura di servizi di dispacciamento** (cfr DCO 557/2013/R/EEL – DCO 298/2016/R/EEL).
- Evitare, per quanto possibile, la riduzione della produzione rinnovabile in conseguenza della fornitura di servizi di dispacciamento.



Grazie per l'attenzione

@ANIEnergia | www.anienergia.it