



RICOSTRUZIONE POST SISMA E RIQUALIFICAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO.

*Le tecnologie per la riqualificazione degli edifici:
soluzioni e applicazioni*

RELATORE
GIACOMO GIVOTTI

Roma, **05/06/2024**

Impianti fotovoltaici in ambito residenziale

Guida al dimensionamento impianti
e relativi sistemi di accumulo elettrochimici

Impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo elettrochimici

Un passaggio fondamentale verso l'indipendenza energetica

Programma:

- + Il ruolo del fotovoltaico per AAT
- + Tecnologia fotovoltaica
- + Sistemi di accumulo
- + Integrazione tecnologica



Il ruolo del fotovoltaico per accelerare la transizione energetica

Sistemi tecnologici integrati
per la convergenza termo-elettrica rinnovabile

Il ruolo del fotovoltaico per AAT (Accelerate Active Transition)

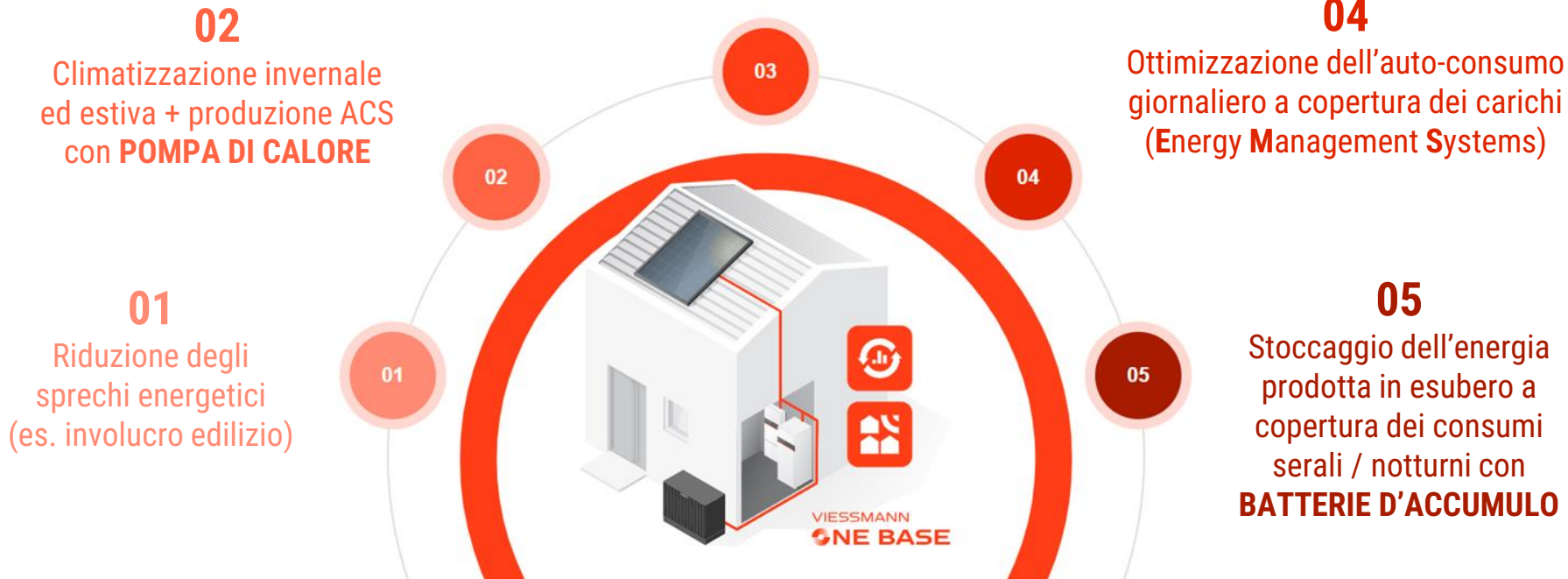
Sistemi tecnologici integrati per la convergenza termo-elettrica rinnovabile



SCOPO:
Consumare **energia green**
(evitare emissioni CO₂)



OBIETTIVO:
Aumentare l'**autarchia**
(indipendenza energetica)



Tecnologia fotovoltaica

- Principali vantaggi
- Convenienza energetica
- Dimensionamento impianto

Tecnologia fotovoltaica

Principali vantaggi

Vantaggi derivanti da un impianto fotovoltaico:

- + **Risparmio energetico / economico** in bolletta

L'energia elettrica prodotta ed auto-consumata evita il prelievo da rete con conseguente risparmio economico e maggiore indipendenza.

- + **Produzione** etica di **energia pulita**

Il fotovoltaico è una scelta etica eco-sostenibile, la produzione di energia pulita evita emissioni inquinanti nell'ambiente ($1 \text{ kWh} \cong 0,4 \text{ kg CO}_2$).

- + **Maggiore economicità** dei componenti

Graduale riduzione dei costi di produzione dei componenti (moduli FTV).

- + **Investimento vantaggioso**

L'installazione del fotovoltaico, anche grazie alle forme di sovvenzione, risulta vantaggiosa in quanto si ripaga mediamente entro 6÷7 anni.

- + **Aumento del valore dell'immobile**

Il fotovoltaico permette di migliorare la classe energetica dell'edificio.

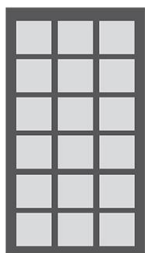
- + **Manutenzione ridotta**

Il fotovoltaico non richiede particolari interventi di onerosa manutenzione.



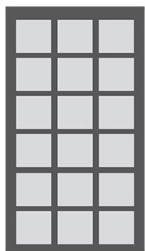
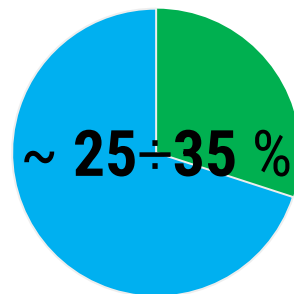
Tecnologia fotovoltaica : **Convenienza energetica**

Fotovoltaico con / senza accumulo ?

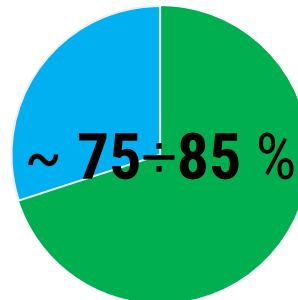


**Impianto fotovoltaico
tradizionale**
(senza accumulo)

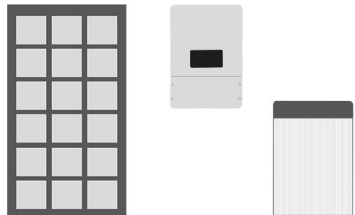
Quota energia auto-consumata
(rispetto alla produzione annuale)



**Impianto fotovoltaico
con accumulo**
(ben dimensionato)



Impianto fotovoltaico residenziale da **6 kW** con **accumulo da 10 kWh**



Consumo annuale energia elettrica (bolletta):

Produzione annuale impianto fotovoltaico →

Impianto dimensionato a copertura dei consumi elettrici ✓

6.000 kWh /anno

6.600 kWh /anno

Quota auto-consumo stimata

Corretto dimensionamento batterie

~ 75 %
(4.950 kWh)

RISPARMIO ANNUALE:

4.950 kWh × 0,30 €/kWh
= **€ 1.485 / anno**

Quota energia immessa in rete

Energia ceduta alla rete (rif. RID - GSE)

~ 25 %
(1.650 kWh)

VENDITA (GSE):

1.650 kWh × 0,10 €/kWh
= **€ 165 / anno**

Importo acquisto impianto fotovoltaico :

- 17.000 €

Comprensivo di batteria (importo ivato al 10%)

Detrazione fiscale IRPEF (bonus casa 50%) :

+ 8.500 €

Maturata in 10 anni (o fin da subito se finanziato)

Risparmio bolletta + vendita GSE annuale :

+ 1.650 €/anno

Rendita annuale impianto (risparmio + vendita energia)

⇒ **Ammortamento** impianto fotovoltaico :

~ 5÷7 anni

Tempistica ridotta in funzione aumento costo energia

Tecnologia fotovoltaica

Dimensionamento impianto

Principali **fattori di dimensionamento (in potenza)** impianti fotovoltaici:

+ Consumo di energia

La potenza dell'impianto viene solitamente dimensionata sulla base del **fabbisogno annuo di energia** dell'utenza, stimando o rilevando il consumo annuale in **bolletta** (kWh/anno F1-F2-F3).
Nel caso di installazione nuovo generatore in PdC (in retrofit), il consumo annuale può essere stimato.

+ Producibilità attesa (sito di installazione / esposizione campo fotovoltaico)

La potenza di generazione dell'impianto fotovoltaico può variare sensibilmente in funzione della posizione geografica di installazione (**latitudine**) e dell'**esposizione** dei moduli fotovoltaici (tilt / azimuth).

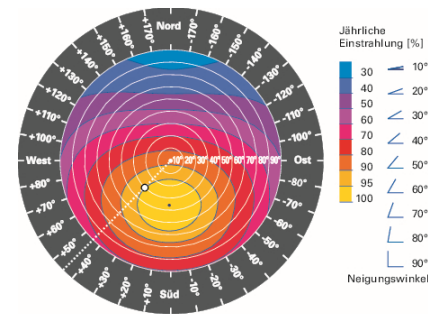
+ Superficie disponibile per l'installazione del campo fotovoltaico

Il dimensionamento deve considerare l'effettiva **disponibilità di spazio** (es. **sopra-tetto**) per l'insieme dei moduli fotovoltaici, evitando esposizioni svantaggiose (nord) ed ombreggiamenti persistenti.

+ Previsioni future

Considerando il funzionamento dell'impianto per oltre 25 anni, una buona progettazione deve tenere in considerazione eventuali implementazioni future (es. **mobilità elettrica**, nuovi elettrodomestici, ecc.)

+ Altri fattori / necessità (vincoli ambientali, connessione elettrica, limitazioni tecniche, ecc.)



○ Beispiel: 30°, 45° Südwest, 95 %

Tecnologia fotovoltaica

Dimensionamento impianto → consumo di energia (bolletta)

DATI FORNITURA

Forniamo energia in

Data di attivazione
della fornitura

01/01/2019

Denominazione contratto

Semplice Luce

Tipologia cliente

Domestico residente

Tipologia pagamento

Addebito nel giorno esatto della
scadenza su conto corrente
presso: Unicredit spa

Tensione di fornitura
220 V - Bassa Tensione

Potenza contrattualmente

impegnata

6,0 kW (chilowatt)

Potenza disponibile

6,6 kW (chilowatt)

Livello massimo di potenza

5,6 kW Feb - 5,5 kW Mar

N° CLIENTE

865 899 883

CODICE POD

IT001E

CODICE FISCALE



DATI BOLLETTA

Fornitura energia elettrica

N. Fattura 3021848281

Del 07/04/2019

PERIODO

FEB. 2019 - MAR. 2019

Consumo annuale energia elettrica

CONSUMI FATTURATI E DETTAGLIO LETTURE

Consumo annuo

Mono 6.258

Consumo rilevato

dal 01.02.2019 al 31.03.2019

F1 367

F2 384

F3 356

Consumo fatturato

dal 01.02.2019 al 31.03.2019

Consumo
Fatturato 1.107

Totale consumo
annuo in kWh 6.258
Somma dei consumi fatturati
negli ultimi 12 mesi

Totale energia
attiva kWh 1.107
Consumi attribuiti sulla base delle
letture rilevate dal distributore

Totale energia
attiva kWh 1.107
Consumo fatturato nel periodo
in base all'offerta sottoscritta

Informazioni recuperabili dalla bolletta:

- Fornitura 220 / 230 V → Monofase
- Potenza impegnata → 6 kW

Fascia F1 (ore di punta): 8-19 dal lunedì al venerdì;

Fascia F2 (ore intermedie): 7 e 19-23 dal lunedì al venerdì e 7-23 il sabato;

Fascia F3 (ore fuori punta): 23-6 dal lunedì al sabato e tutte le ore di domenica e dei giorni festivi.

PRODUCIBILITÀ ANNUALE INDICATIVA

(ore equivalenti di produzione)

@ ROMA

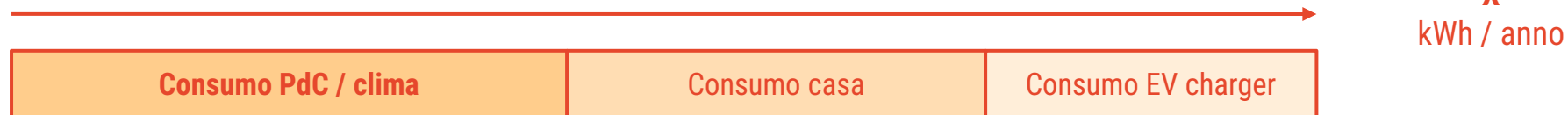
~ 1.200 ÷ 1.400 kWh anno / kWp

Valore medio indicativo e stimato che può variare in funzione dell'esposizione, ombreggiamenti, configurazioni ecc.

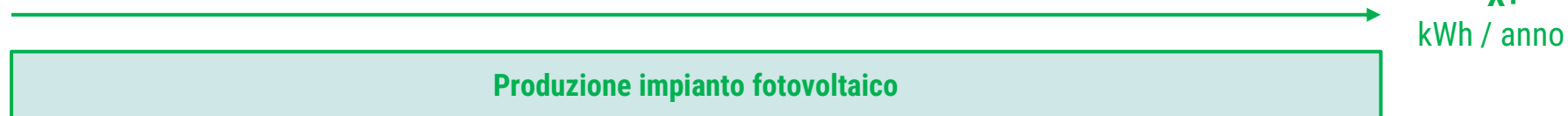
Tecnologia fotovoltaica

Dimensionamento impianto (residenziale)

Consumo elettrico annuale



Produzione elettrica annuale



Produzione annuale ≠ autoconsumo energia

Obiettivo dimensionamento impianto:
→ **Maggiore indipendenza energetica**

Fotovoltaico tradizionale (senza accumulo)
Risultato raggiungibile → **autarchia ~ 30÷35%**

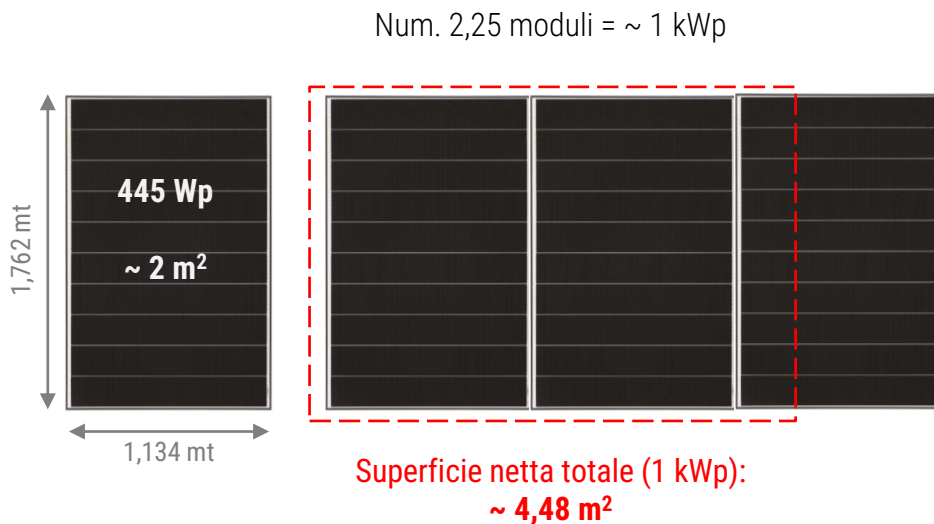
Fotovoltaico con accumulo (ben dimensionato)
Risultato raggiungibile → **autarchia ~ 75÷80%**

Tecnologia fotovoltaica

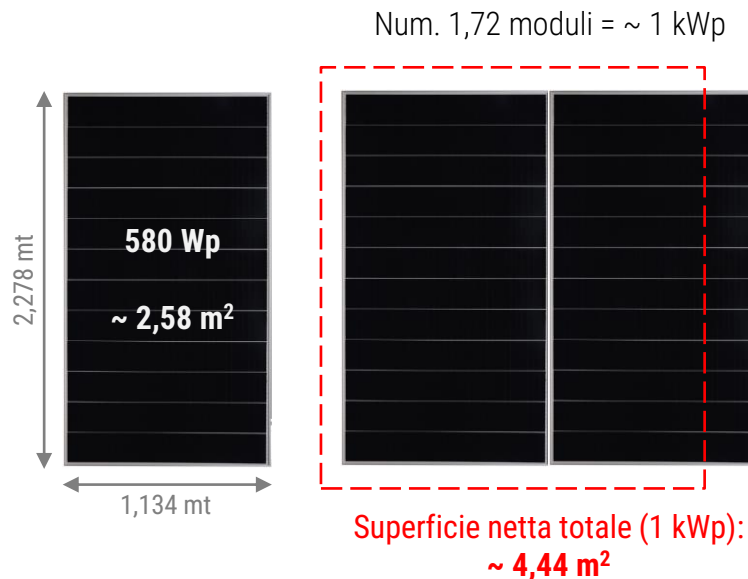
Dimensionamento impianto

Superficie utile necessaria alla posa complanare (sopra-tetto) dei moduli fotovoltaici
(spazio libero da ostacoli, ombreggiamenti sostanziali ecc.)

Simulazione modulo «piccolo» **Vitovolt M445AP**



Simulazione modulo «grande» **Vitovolt M580WS**



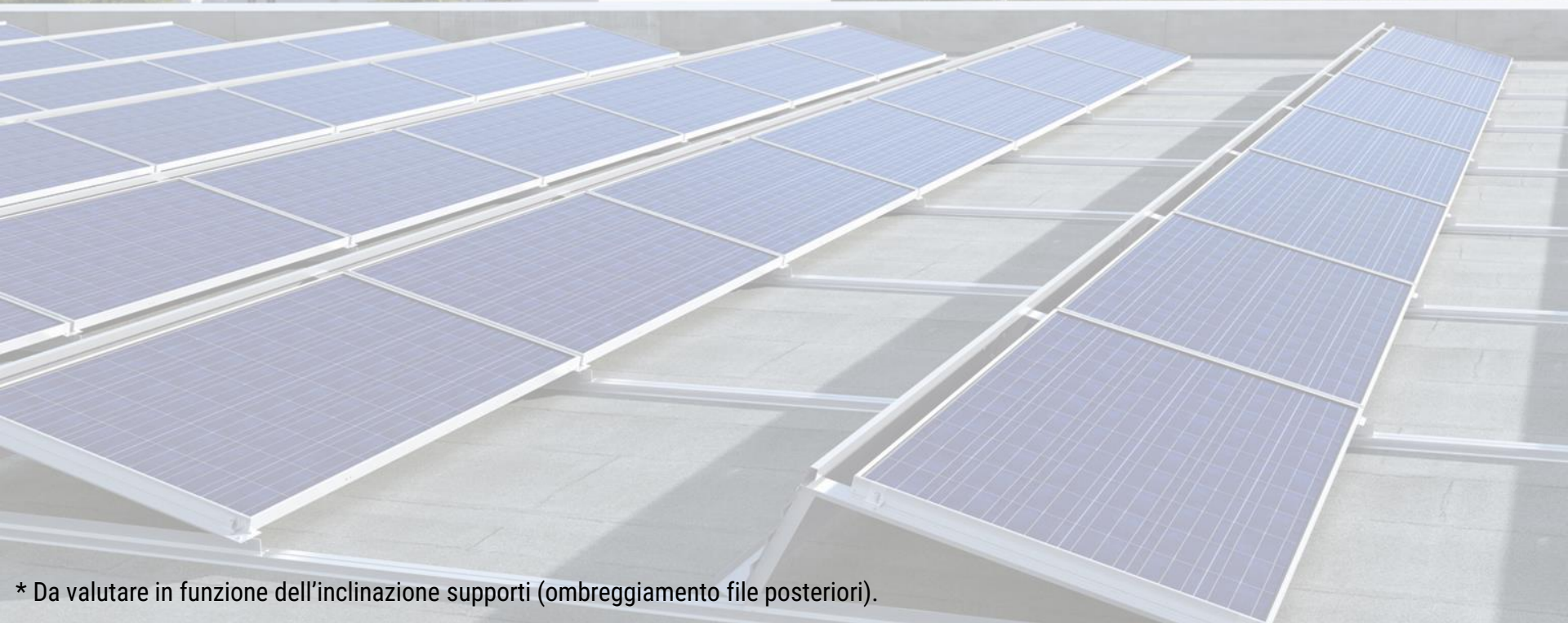
An aerial photograph of a modern building with a grey facade and a blue-tinted solar panel array on its flat roof. A large, cylindrical grey storage tank stands next to the building. The surrounding landscape consists of green and brown agricultural fields under a clear sky. In the background, a line of trees and a few wind turbines are visible on the horizon.

~ 5 metri quadri / 1 kWp
(superficie minima netta su tetto inclinato)

Valore che può variare a seconda della morfologia e dimensioni della copertura / lastrico solare ed in funzione della posa moduli prevista

~ 9* metri quadri / 1 kWp

(superficie netta su tetto piano - singola esposizione)



* Da valutare in funzione dell'inclinazione supporti (ombreggiamento file posteriori).

Sistemi di accumulo elettrochimici

- Principio di funzionamento
- Definizione e configurazioni
- Batterie elettrochimiche
- Dimensionamento accumulo

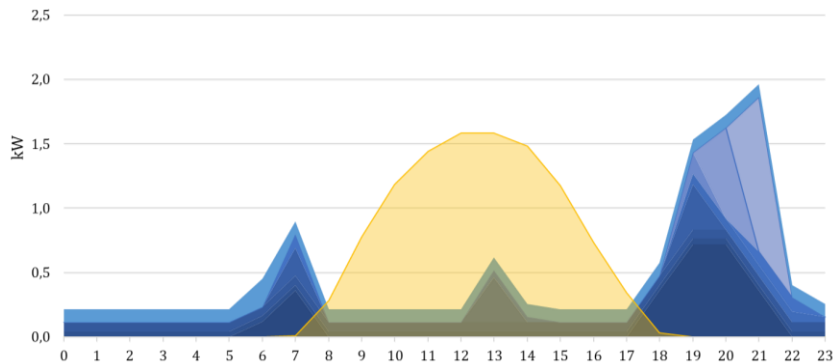
Sistemi di accumulo fotovoltaico

Principio di funzionamento

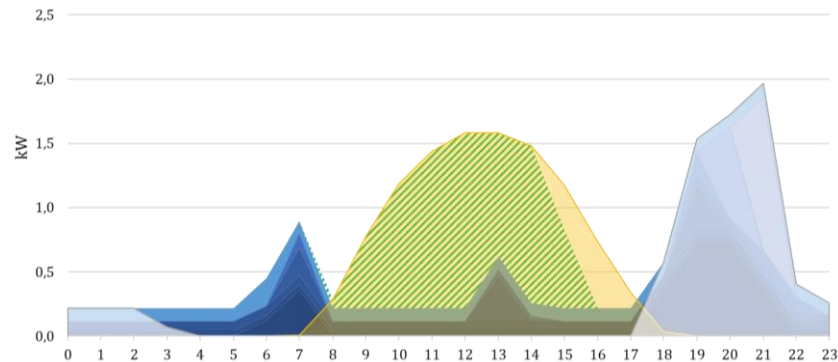
La **produzione fotovoltaica** avviene in maniera **intermittente** in funzione dell'irraggiamento solare, risultando quindi **concentrata nelle ore diurne** in maniera spesso **differenziata rispetto ai consumi** delle utenze (es. abitazioni).

L'**energia prodotta e non consumata** istantaneamente può essere **immessa o scambiata con la rete** (RID / SSP), comportando una perdita del valore economico rispetto all'autoconsumo diretto che evita il prelievo differito da rete. Il sistema di accumulo permette di **aumentare sensibilmente la quota di autoconsumo** dell'energia elettrica prodotta a **copertura dei consumi differiti** nelle ore di bassa o nulla produzione (es. notte) con conseguente **risparmio in bolletta**.

Esempio: impianto domestico da 3 kW senza accumulo elettrico.



Esempio: impianto domestico da 3 kW con batteria da 6,5 kWh.



Nel contesto residenziale, la quota di **autoconsumo** da fotovoltaico è **attorno al 25÷35%**, con batterie si può **arrivare anche oltre all'80%**.

Sistemi di accumulo fotovoltaico

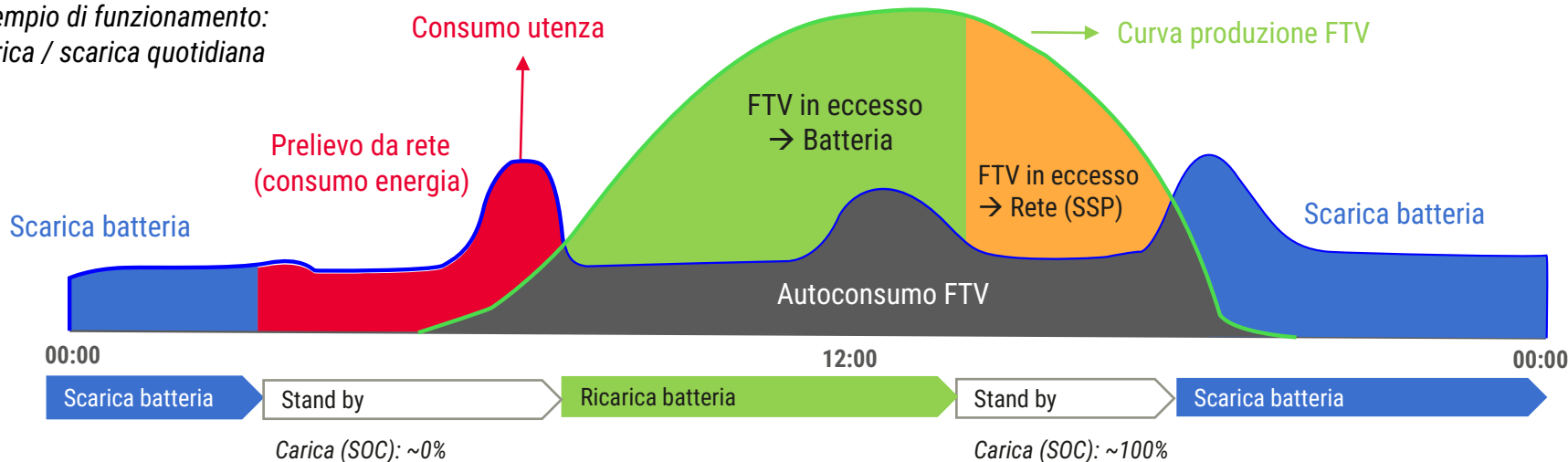
Principio di funzionamento

Logica di funzionamento del sistema → ottimizzazione autoconsumo giornaliero

L'**energia prodotta** da fotovoltaico viene utilizzata in **prima istanza** per soddisfare i **carichi dell'utenza** e **successivamente** per **caricare le batterie**; solamente in ultima istanza, completata la ricarica delle batterie, la **produzione in eccesso verrà immessa nella rete** di distribuzione (meccanismo Scambio Sul Posto / Ritiro Dedicato).

Con produzione solare insufficiente (o nulla, es. notte) le **batterie si scaricano per soddisfare i carichi** dell'utenza; una volta scaricate le batterie, l'utenza **preleverà l'energia** necessaria **dalla rete** pubblica (normale consumo).

*Esempio di funzionamento:
Carica / scarica quotidiana*



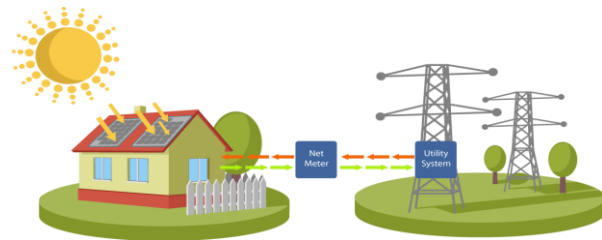
Sistemi di accumulo fotovoltaico

Definizione e configurazioni

Definizione GSE : Sistema di accumulo connesso alla rete

«Un **sistema di accumulo** è un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad **assorbire e rilasciare energia elettrica**, previsto per **funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi** o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica ...»

Non rientrano nella definizione di sistema di accumulo gli impianti ad isola oppure quei **sistemi utilizzati in condizioni di emergenza (UPS)** che entrano in funzione solo in corrispondenza dell'interruzione dell'alimentazione dalla rete elettrica per cause indipendenti dalla volontà del soggetto che ne ha la disponibilità.



Il sistema di accumulo può essere installato sull'impianto di produzione secondo tre diverse configurazioni, individuate dalle norme CEI (rif. CEI 0-21), che si differenziano in base alla modalità di carica e al posizionamento elettrico dello stesso:

Configurazione 1 : Monodirezionale lato produzione

Configurazione 2 : **Bidirezionale lato produzione**

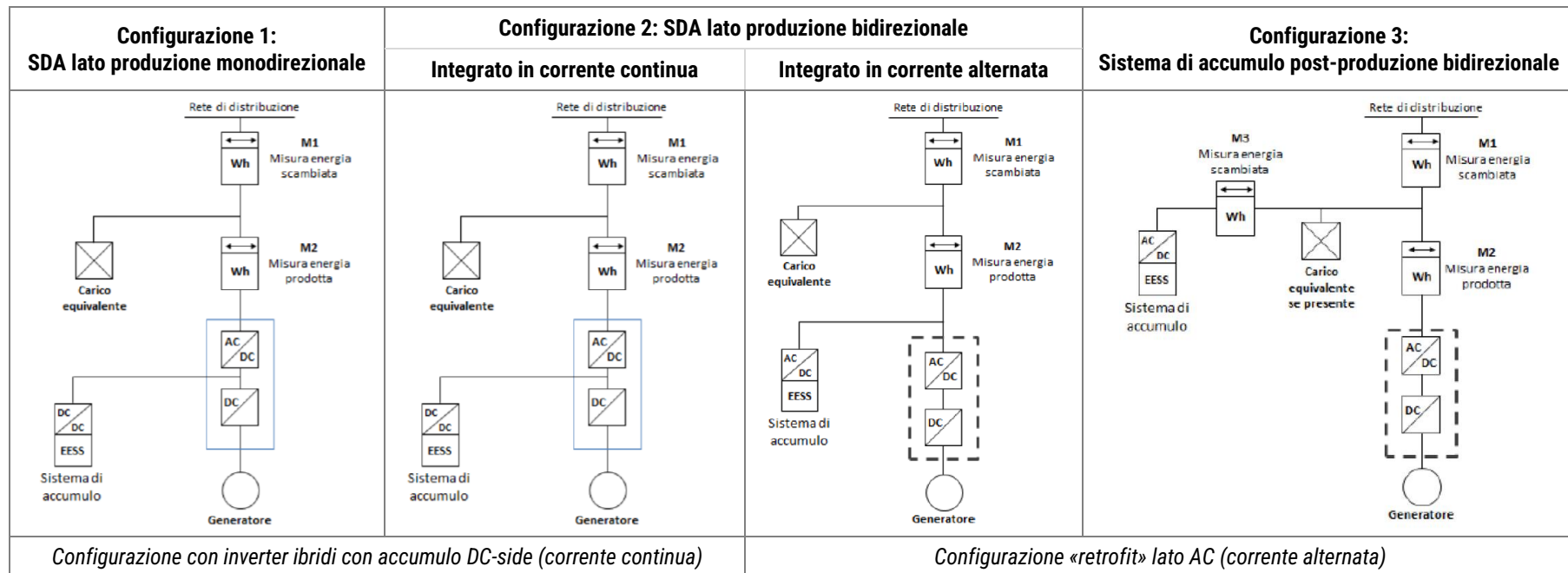
Configurazione 3 : **Bidirezionale post-produzione**

*Nota: Il Sistema di Accumulo (SdA) viene considerato come un **Generatore** su rete elettrica.*

Sistemi di accumulo fotovoltaico

Definizione e configurazioni

Fonte: «Regole tecniche» sistemi di accumulo - GSE



Su impianti fotovoltaici incentivati in Conto Energia (tranne il I° C.E. < 20 kW) collegati alla rete di distribuzione BT, risulta possibile abbinare un sistema d'accumulo rispettando le norme CEI 0-21, regole tecniche del GSE e delibere Arera.

Sistemi di accumulo fotovoltaico

Batterie elettrochimiche

Litio (Ioni di Litio)

L'accumulatore al litio viene **formato da** numerose **celle** composte da un anodo (solitamente di grafite) ed un catodo di ossido litiato di metalli come il ferro-fosfato o il cobalto-nichel-manganese; l'elettrolita può essere liquido o polimerico.

Le batterie agli ioni di litio, rispetto alle batterie al piombo, presentano una **vita utile più lunga** (4000 / 6000+ cicli) con una **profondità di scarica anche superiore al 90%** rispetto alla capacità nominale, in **dimensioni più contenute**. Sono flessibili e reattive, possono supportare **potenze di spunto anche elevate**.

Le composizioni chimiche attualmente più utilizzate nel fotovoltaico sono la Litio **NMC** o **Litio Ferro Fosfato (LFP)**.

Tipologie batterie al litio (attualmente in commercio)

Le batterie si contraddistinguono per conformazione e tensione nominale:

- Batterie monoblocco / modulari a bassa tensione «LV» → ~ 48 V DC nominali
- Batterie monoblocco ad alta tensione «HV» → ~ 400 V DC nominali
- Batterie **modulari** ad **alta tensione** «HV» → V DC in base alle batterie in serie

*Le batterie modulari si presentano su armadi («**rackable**») oppure impilate («**stackable**»)*



Un sistema di accumulo con batterie ad **alta tensione** prevede delle **correnti continue ridotte** (~ 25÷30 A), permettendo di risparmiare sulle connessioni (cavi e connettori) con una **maggiore efficienza** complessiva del sistema.

Sistemi di accumulo fotovoltaico

Batterie elettrochimiche

Elevata **scalabilità**

Installazione **Plug&Play**

Espandibilità futura

Affidabilità e durabilità

BMS (Battery Management System)



Num. 1 modulo BMS di gestione

Modulo batteria (capacità 3,55 kWh)



Num. 7 moduli impilati da 3,55 kWh

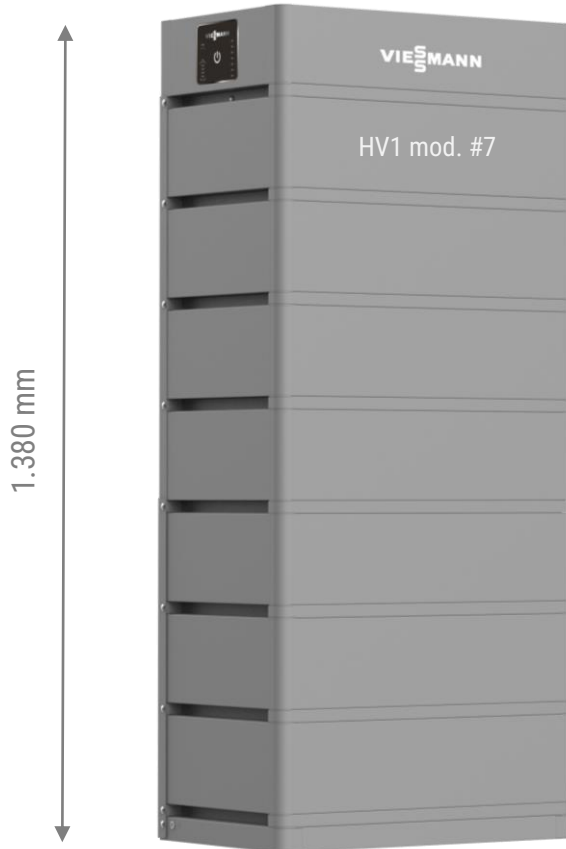
Viessmann Battery HV1 – 24.9
Batteria modulare da 24,85 kWh



Sistemi di accumulo fotovoltaico

Batterie elettrochimiche

Caratteristiche **Viessmann Battery HV1 - 10.7 / 14.2 / 17.8 / 21.3 / 24.9**

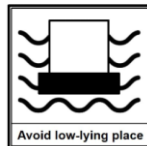
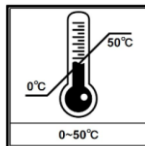


- + Energia nominale: **10,65 / 14,2 / 17,76 / 21,31 / 24,86 kWh**
- + Profondità di scarica (DOD): 90%
- + Tensione nominale: 144 / 192 / 240 / 288 / 336 V DC (HV)
- + Corrente nominale (carica / scarica): 37 Ampere
- + Efficienza nominale (carica / scarica): 96 %
- + Tipologia accumulo stackable (impilabile / ampliabile)
- + Capacità nominale singolo modulo: 3,552 kWh
- + Numero moduli impilati: **3 / 4 / 5 / 6 / 7** (+ BMS HV1)
- + Dimensioni pianta (larghezza x profondità): 600 x 380 mm
- + **Altezza pila: 700 / 870 / 1.040 / 1.210 / 1.380 mm**
- + Peso complessivo: ~ 122 / 158 / 194 / 230 / 266 kg
- + Temperature di lavoro: 0 ~ 50 °C / grado protezione IP55
- + Garanzia Viessmann sul prodotto: 10 anni

Sistemi di accumulo fotovoltaico

Batterie elettrochimiche

Elevata **sicurezza**

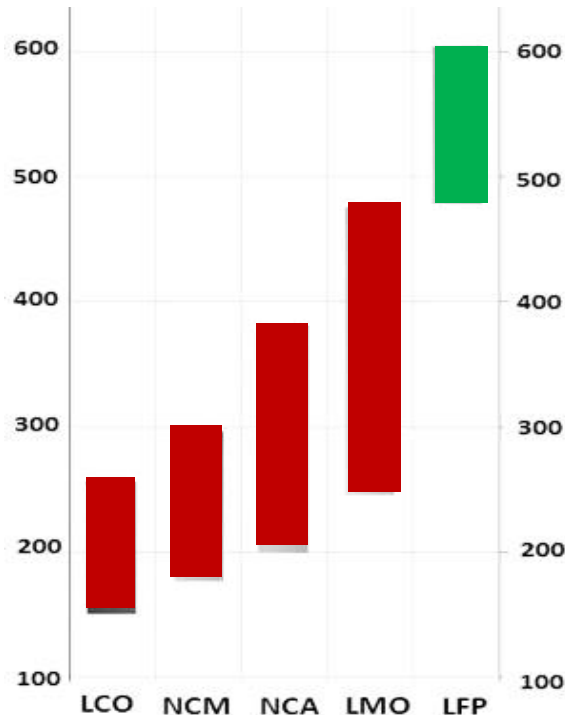


LFP - LITIO FERRO FOSFATO → composizione chimica più sicura →



UN38.3

Temperatura di decomposizione (°C)



Sistemi di accumulo fotovoltaico

Dimensionamento accumulo

Il dimensionamento delle batterie elettrochimiche deve considerare:

- **Produzione fotovoltaica** (stimata per nuovi impianti o misurata su impianti esistenti)

Per ricaricare le batterie dal fotovoltaico, risulta necessario che la **produzione sia maggiore rispetto al consumo**.

- **Profilo di consumo energia elettrica** (stimato o rilevato)

Necessario per comprendere la **quota di energia auto-consumata** istantaneamente ed il **consumo serale / notturno**.

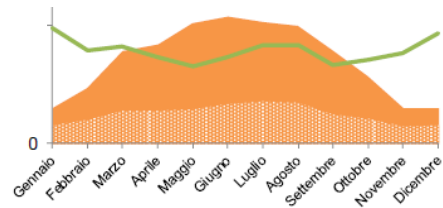
Nota – rif. bolletta energia elettrica:

Possiamo analizzare i consumi in maniera approssimativa direttamente dalla bolletta (bimestrale o annuale); nella fascia F1 si evince il consumo giornaliero settimanale mentre in fascia F2-F3 il consumo serale / notturno (ad eccezione di domenica e festivi).

ORARIO	FERIALI	SABATO	DOMENICA E FESTIVI
DALLE ORE 7,00 ALLE 8,00	F2	F2	F3
DALLE ORE 8,00 ALLE 19,00	F1	F2	F3
DALLE 19,00 ALLE 23,00	F2	F2	F3
DALLE 23,00 ALLE 7,00	F3	F3	F3

Il dimensionamento ideale prevede che nella **giornata media l'accumulo possa caricarsi** con una quota di energia prodotta e non auto-consumata tale da **compensare con la scarica il consumo serale / notturno**.

La valutazione del bilancio energetico risulta abbastanza complicata a causa dalla **differenza di produzione stagionale** dell'impianto fotovoltaico che risulta solitamente **eccedente nei mesi primaverili / estivi** e **carente nei mesi invernali**.



DIMENSIONAMENTO INDICATIVO CAPACITÀ BATTERIE ACCUMULO

Capacità utile (kWh)

$$\sim \times 1 \div \times 2$$

rif. potenza impianto fotovoltaico

Valore medio ed indicativo per sistemi di accumulo residenziali, in abbinamento ad impianti fotovoltaici ben dimensionato a copertura dei consumi elettrici; la capacità ideale può variare in funzione di diversi aspetti specifici (consumo orario, ecc.)

Sistemi di accumulo fotovoltaico

Dimensionamento accumulo

Per un corretto dimensionamento dell'accumulo risulta quindi necessario considerare il **bilancio medio annuo**, accettando la **parziale copertura** nel periodo **invernale** e l'**esubero di energia immessa** in rete nel periodo **estivo**.

Formula di calcolo indicativa della capacità batteria elettrochimica:

Capacità utile accumulo [kWh] =

= MINORE tra [Energia non autoconsumata (o immessa in rete) ; Energia prelevata in fascia F3] ÷ **320** cicli annui (in media)

Esempio pratico: Impianto da **5 kW** installata a Roma

Produzione impianto fotovoltaico

→ 6.000 kWh / anno (5 kWp x 1.200 kWh)

Consumo elettrico utenza (rif. bolletta)

→ 5.500 kWh / anno

✓ *Impianto dimensionato a copertura consumi*

Prelievo in fascia F3 (rif. bolletta)

→ **1.925 kWh** / anno

Quota autoconsumo diretto → 30%

Energia autoconsumata → 30% di 5.500 kWh = 1.800 kWh / anno

Energia non-autoconsumata → 70% di 5.500 kWh = 4.200 kWh / anno

Taglia batterie di accumulo = minore tra [4.200 kWh ; **1.925 kWh**] ÷ 320
= 1.925 kWh ÷ 320 = 6,02 kWh (capacità utile)



→ **Batteria da 7,1 kWh** (capacità nominale)

Nota: considerata una profondità di scarica DOD del 80-90%

Integrazione tecnologica

- Home Energy Management System
- Sistemi integrati

HEMS : Home Energy Management System



Pompa di calore

Accumulo termico

Accumulo elettrico

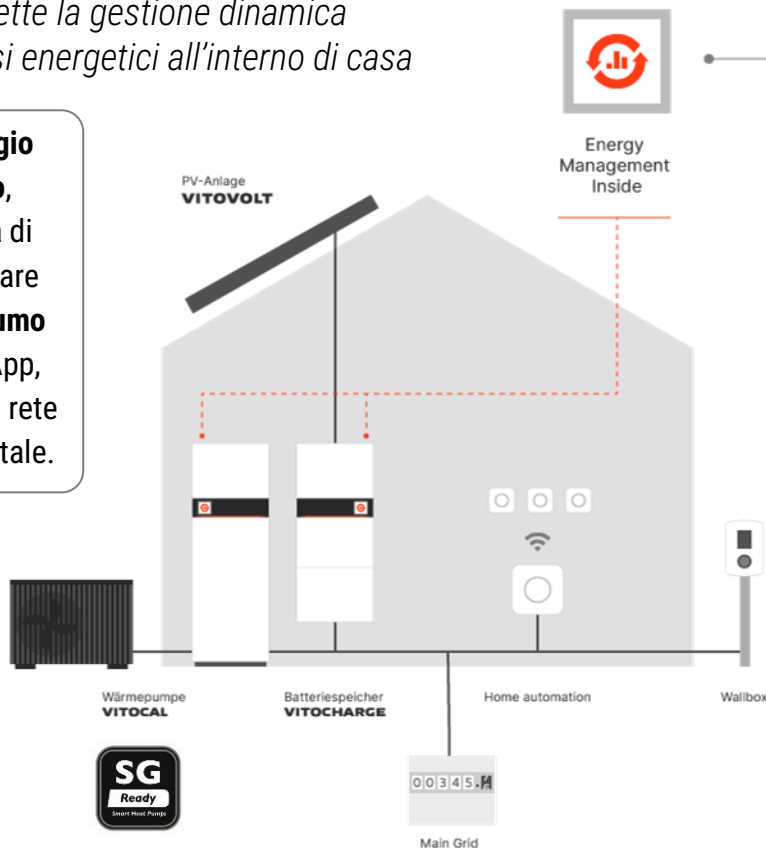
Ventilazione meccanica

Moduli Fotovoltaici

Home Energy Management System

Il sistema HEMS permette la gestione dinamica ed intelligente dei flussi energetici all'interno di casa

Attraverso il **monitoraggio e controllo energetico**, l'utente ha la possibilità di migliorare e personalizzare le **strategie di autoconsumo** direttamente dalla sua App, riducendo il prelievo dalla rete e quindi l'impatto ambientale.



Energy
Management
Inside



VICare



Vitoguide

ENERGIEMANAGEMENT

Übersicht Energiemanager

Priorität 1



Solarstrom zum Laden des **E-Autos** verwenden

Diese Regel gilt bis das E-Auto vollständig geladen wurde. Die Regel wird aktiv, sobald ein E-Auto eingesteckt wird.

Priorität 2



Solarstrom zur **Warmwasseraufbereitung** verwenden

Diese Regel gilt bis zum Erreichen der maximalen Temperatur des Heizstabs.

Priorität 3



Solarstrom zum Laden des **Stromspeichers** verwenden

Diese Regel gilt bis zum Erreichen der maximalen Ladeleistung oder bis die Batterie vollständig aufgeladen wurde.

Priorität 4



Solarstrom zur Ansteuerung der **Wärmepumpe** verwenden

Diese Regel gilt bis zum Erreichen der maximal eingestellten Temperatur am Wärmepumpenregler



Home Energy Management System: vantaggi in breve

Monitoraggio trasparente

Monitora l'energia prodotta, consumata e prelevata dalla rete; scopri come ottimizzare l'autoconsumo ed aumentare l'autosufficienza.



Risparmio energetico

Utilizza l'energia prodotta da fonte solare in maniera più efficiente limitando il prelievo di energia e quindi il costo in bolletta.



Sostenibilità

Ottimizza lo sfruttamento dell'energia rinnovabile, immagazzinala e riduci l'impatto ambientale (emissioni CO₂)



Obiettivo / Missione



Getting started

PV only

Start with a PV from Viessmann and produce your own energy.

30% self consumption



Store

+ Battery

Install a Vitocharge and store energy for later use.

50% self consumption



Optimize

+ Wallbox

Optimize energy usage by using a wallbox to charge your car.

80% self consumption



Maximize

+ Heating

Use nearly all of your self produced energy by heating your home.

100% self consumption



**Verso il 100%
di autarchia**

Fotovoltaico con accumulo (VITOCHEARGE VX3)

+

Colonnina EV-charger (WALL BOX VEC04)

+

Pompa di calore con accumulo termico (VITOCAL)

[illegible]

Sistemi integrati: esempio realizzazione

Fotovoltaico con accumulo
(VITOCHARGE VX3)

+

Colonnina EV-charger
(WALL BOX VEC04)

+

Pompa di calore con
accumulo termico
(VITOCAL)



Transizione energetica,
la sfida del (prossimo) futuro ...
anche per il settore impiantistico



Grazie per l'attenzione



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Relatore

Ing. Giacomo Givotti
GIVG@viessmann.com