



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Comunità Energetiche Rinnovabili

Presentazione alla cittadinanza

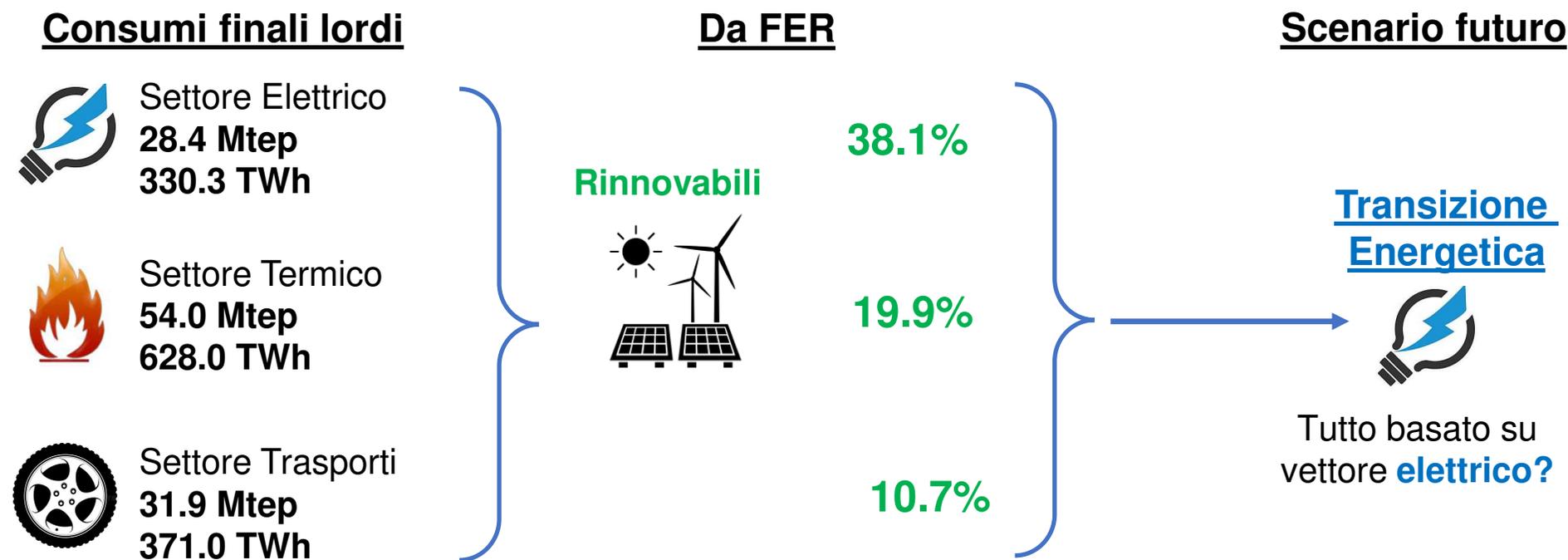
RELATORE
Giovanni Brumana

LUOGO
Ambivere

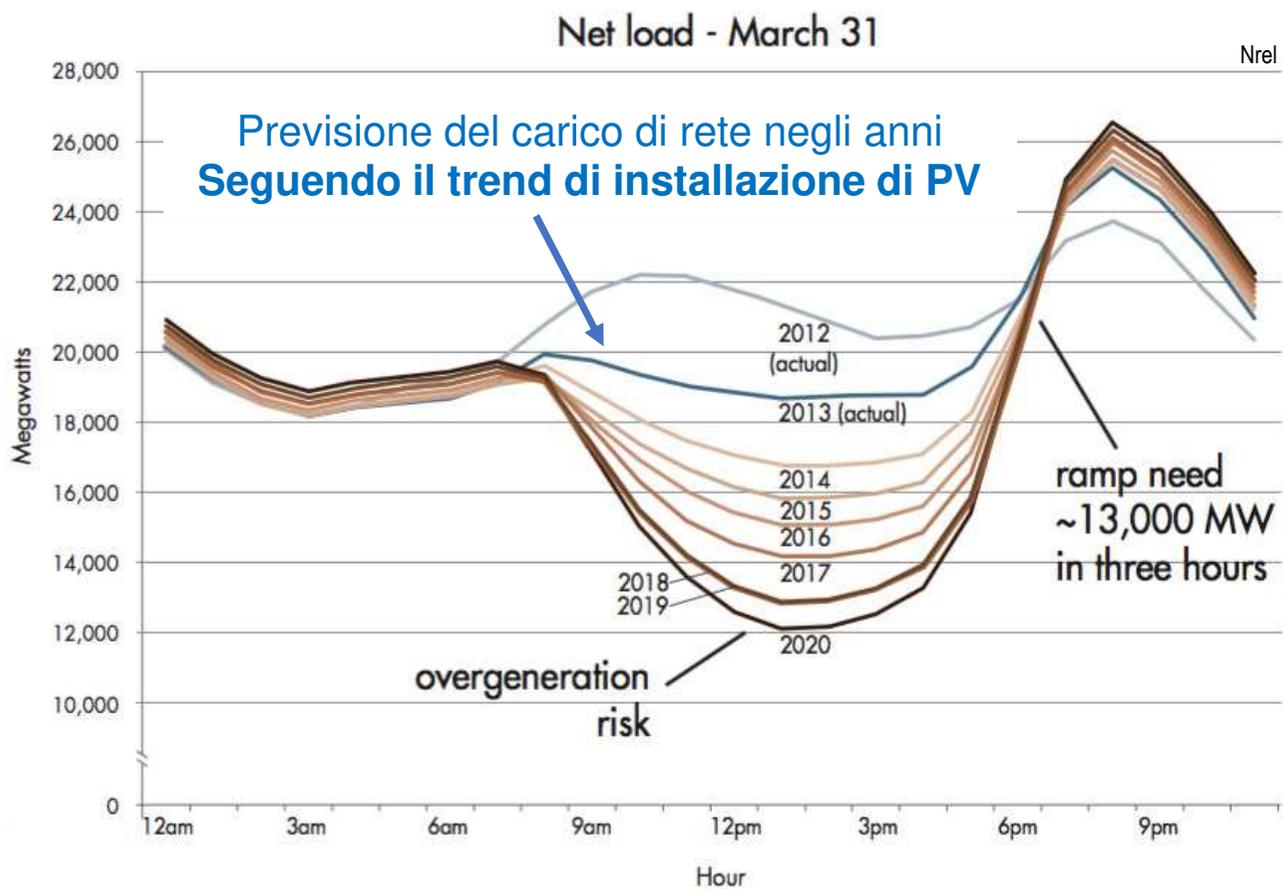
DATA
05.04.2023

Introduzione

La **crescente elettrificazione dei consumi** finali di energia, che include anche le profonde **trasformazioni del settori**, apre nuove sfide in termini di **bilanciamento e di stabilità delle reti** di distribuzione.



Limite di introduzione delle rinnovabili



Nel **2008** venne pubblicato un articolo in cui si prospettava il problema della **sovraproduzione** da rinnovabili. Nel **2013** l'effetto del fotovoltaico sulla curva di carico venne chiamato «**duck shape**».

Effetto sulla rete

L'aumentare della produzione da **rinnovabili non programmabili** Può ridurre (fino ad azzerare) il carico residuo nelle ore centrali del giorno **forzando gli impianti di base** a funzionare a **carico parziale** (minore efficienze).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Parco di generazione nazionale

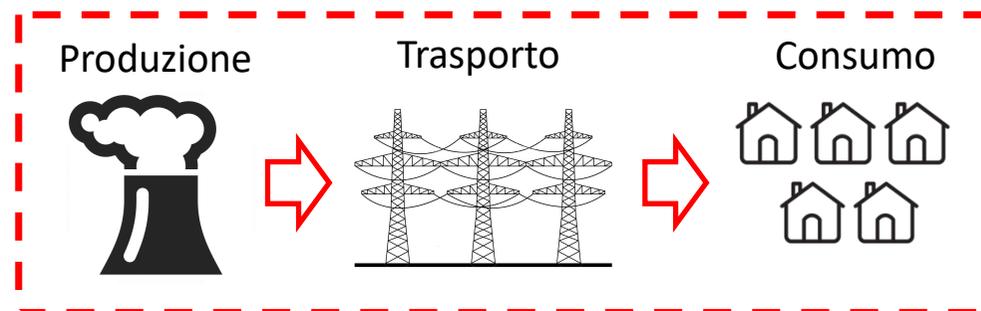
Il parco di generazione nazionale (o regionale) rappresenta l'insieme di tutti i **sistemi di produzione di energia elettrica** (**fossile**, **rinnovabile**) presenti sul territorio più la quota di **import**.

Il costante aumento della capacità di rinnovabili installata pone alcune questioni in merito alla gestione dell'energia prodotta:



- Variabilità
- Non programmabilità
- Bilanciamento della rete
- Inseguimento del carico

Rete tradizionale



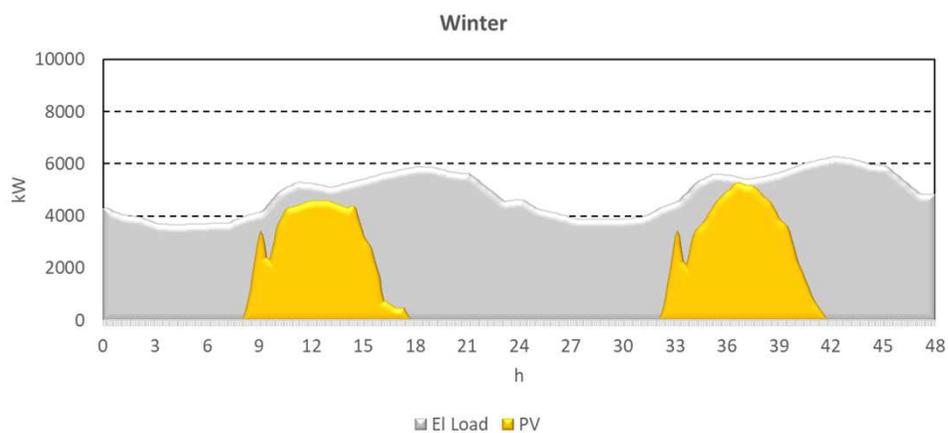
Senza modifiche, **una rete tradizionale** può assorbire fino a **circa il 35-40%** del carico annuo da **fonte rinnovabile**.

Limite di introduzione delle rinnovabili

La **transizione** verso scenari sempre più orientati allo **sfruttamento di fonti rinnovabili** richiede **nuove logiche di progettazione** e di **gestione dell'energia prodotta**.

Esempio di integrazione di energia da fonte rinnovabile (soluzione con PV):

➔ **Strategia:** aggiungo impianti **PV** fino a saturare la curva



Frazione annua da rinnovabile: **34%**

Integrazione delle
rinnovabili non programmabili



Adozione di **reti intelligenti** bidirezionali



Implementazione di **sistemi di stoccaggio**



fornitura di energia elettrica
efficiente e sicura



Modifica della **Rete Nazionale, Smart Grid e Comunità Energetiche Rinnovabili**.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Comunità Energetiche Rinnovabili: un'occasione per la transizione verso le **fonti rinnovabili**

Non programmabili

Energia solare



Energia eolica



Energia geotermica



Energia da biomasse



Energia idraulica



Programmabili



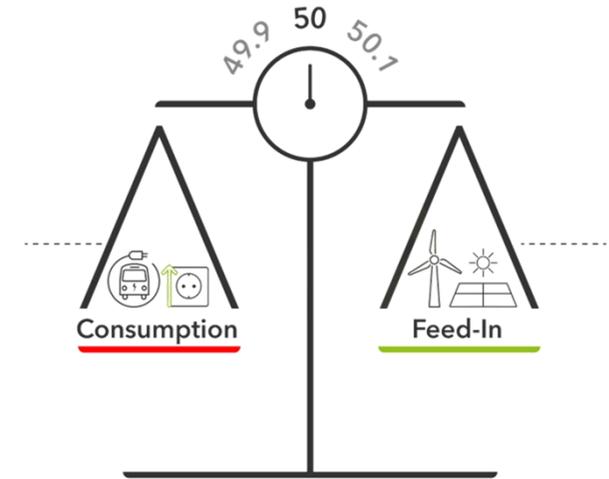
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Comunità Energetiche Rinnovabili: uno stimolo all'**autoconsumo istantaneo**

- Quando la quota di rinnovabile non-programmabile è rilevante, la **rete elettrica** non permette di compensare le fluttuazioni (abolito lo *scambio sul posto*)
- Per incrementare la quota di energia autoconsumata sono necessari **sistemi di accumulo**
- L'autoconsumo singolo rappresenta una **limitazione alla taglia** degli impianti rinnovabili

La Comunità Energetica Rinnovabile (CER) – se ben progettata – permette di ottenere un **beneficio collettivo** superiore alla pura somma dei benefici individuali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

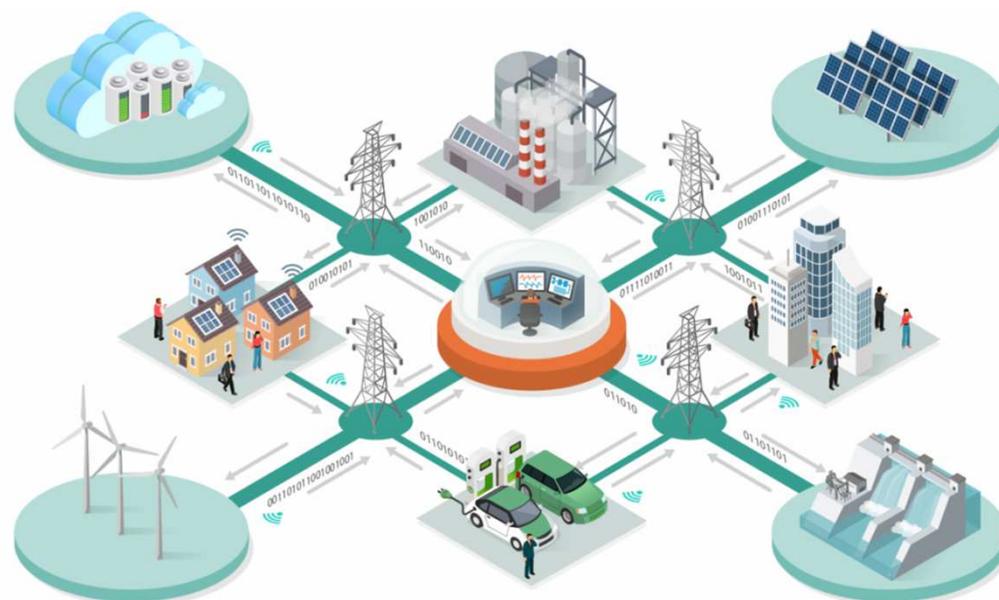
Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Comunità Energetiche Rinnovabili: un percorso **partecipativo e inclusivo** verso la sostenibilità

La Comunità Energetica Rinnovabile (CER) è un'aggregazione di soggetti (**produttori e/o consumatori** di energia rinnovabile) che si basa sulla **partecipazione aperta e volontaria**.

La CER è un soggetto giuridico i cui membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali, amministrazioni comunali, enti di ricerca e formazione, enti religiosi, del terzo settore e di protezione ambientale.

Obiettivo principale della CER è fornire **benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità** ai propri membri e alle aree locali in cui opera.

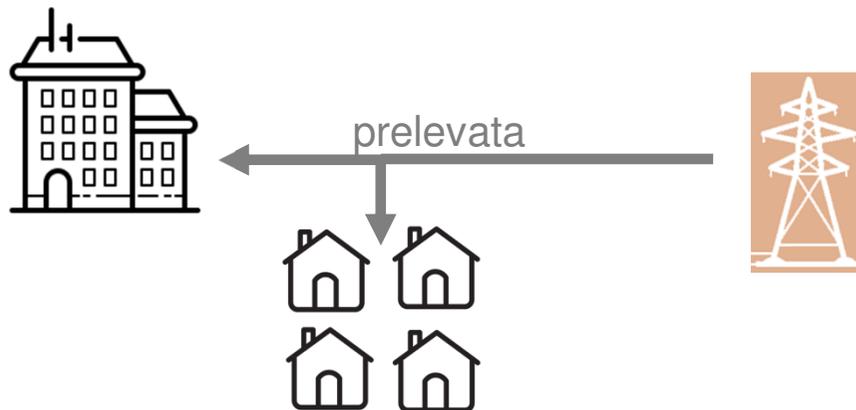


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

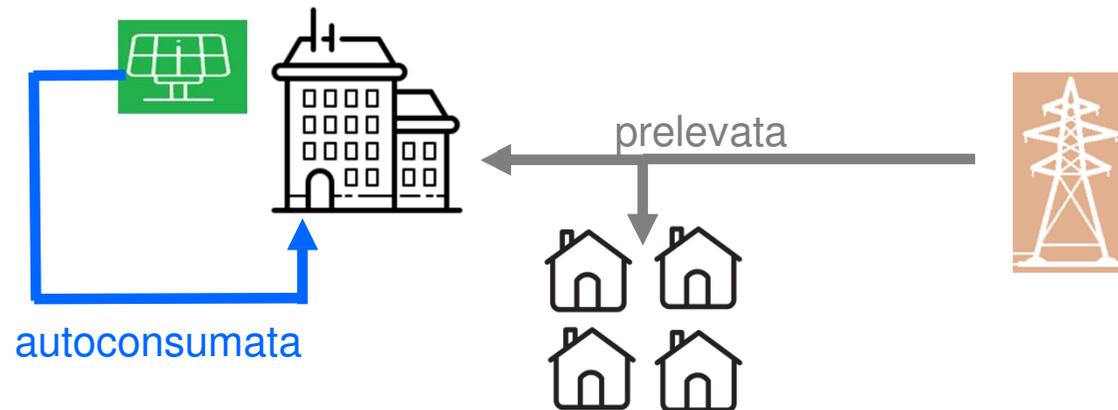
Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



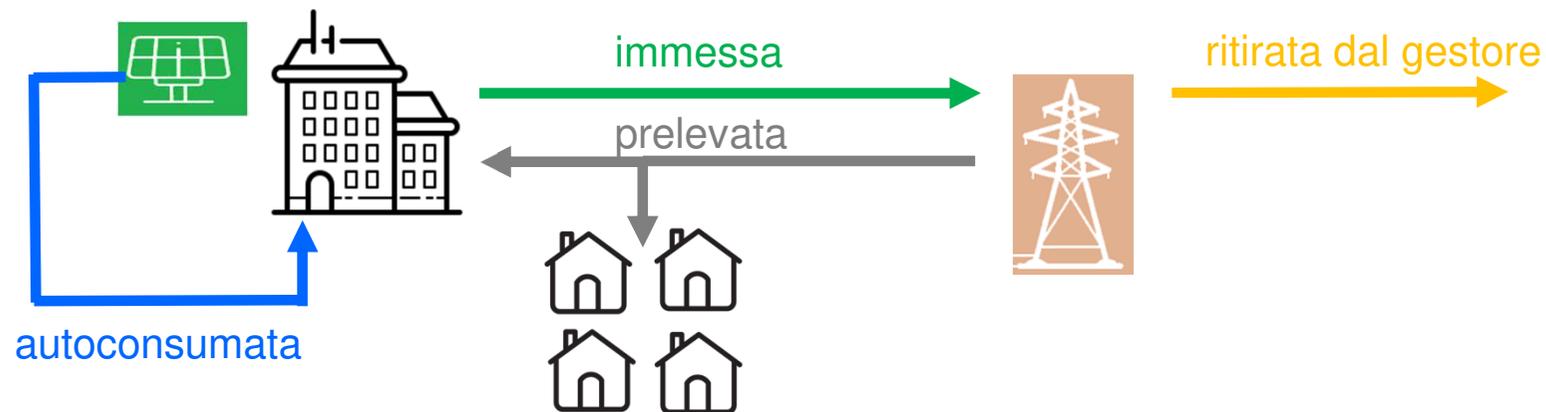
Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



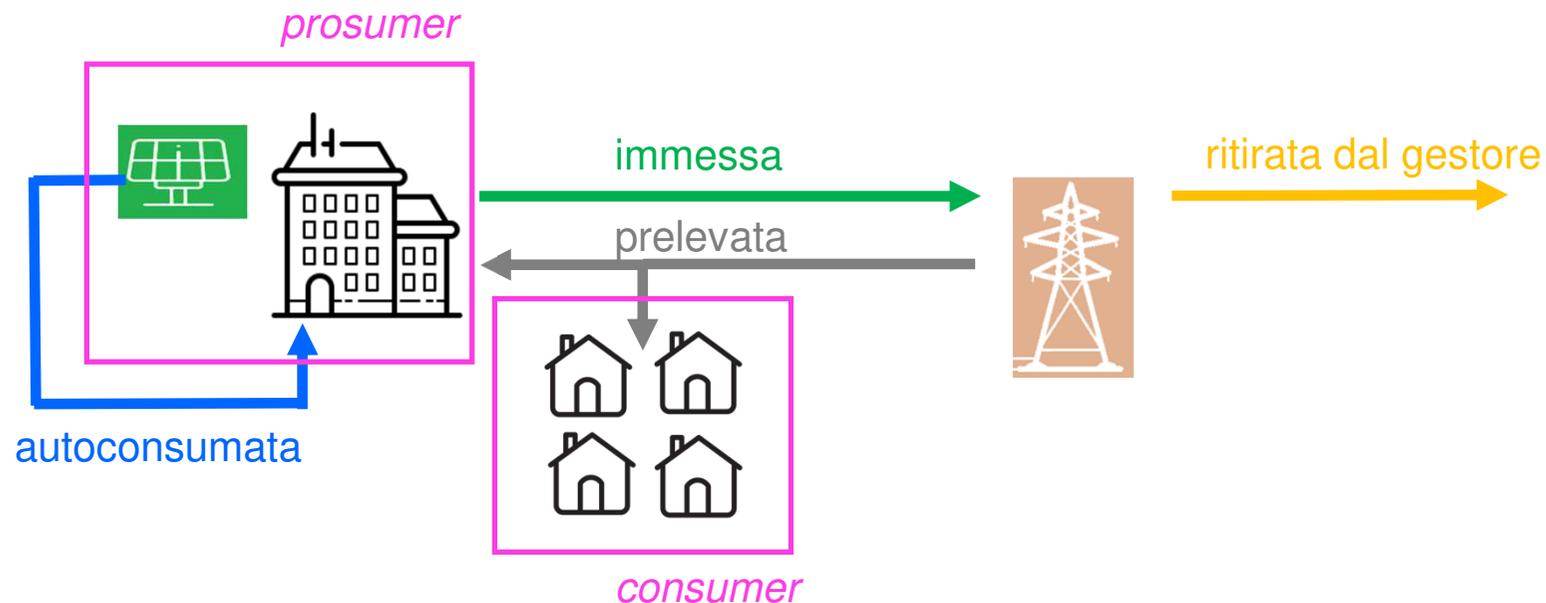
Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;

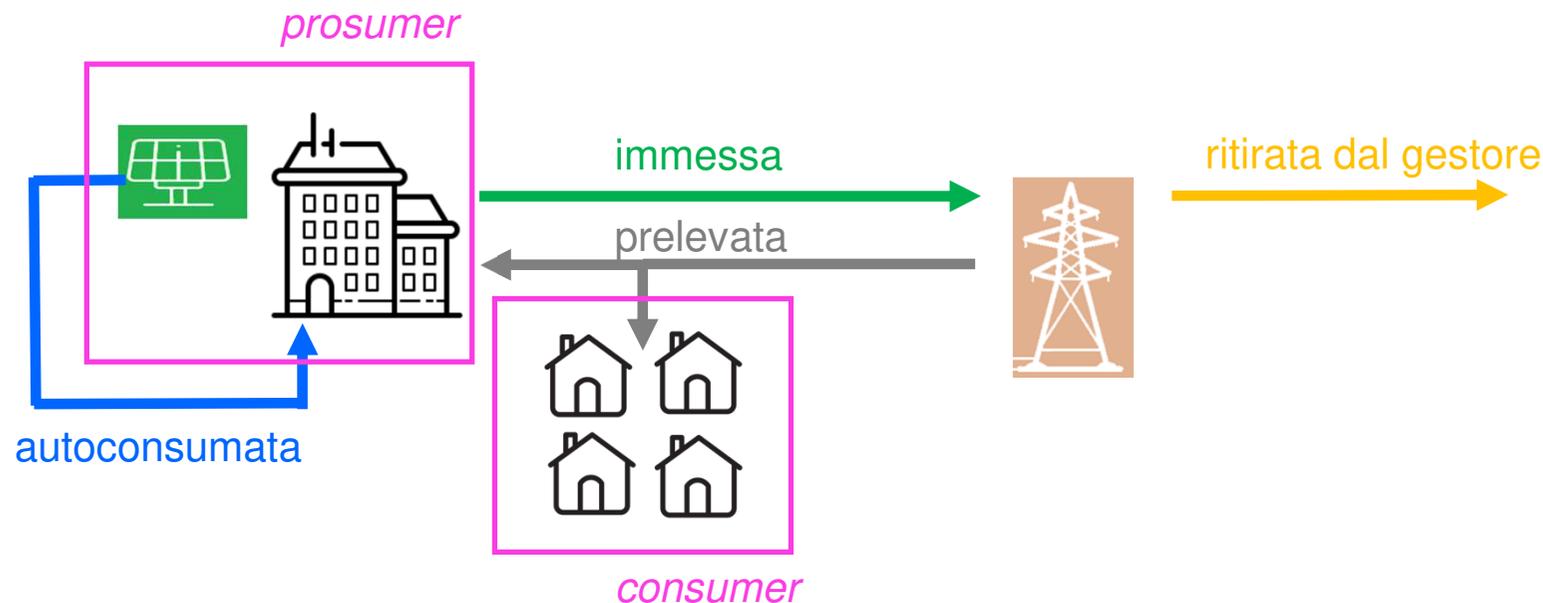


Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;

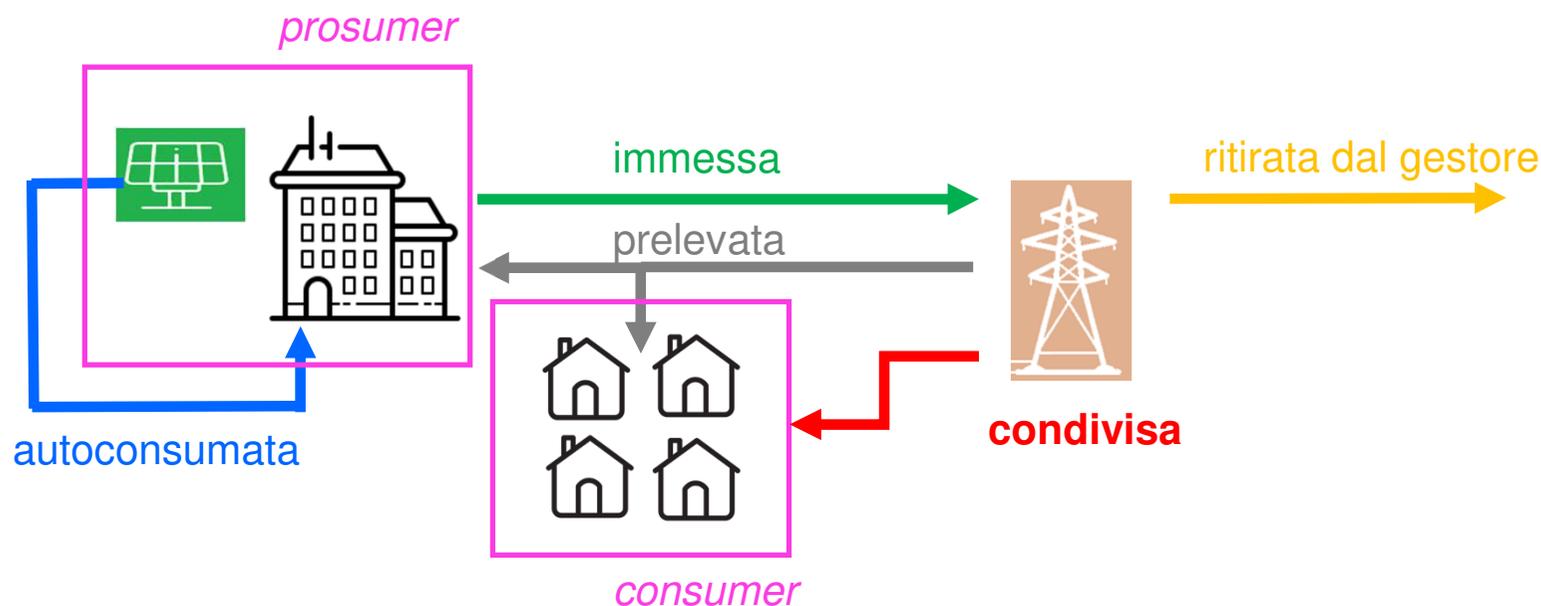
~50/150
€/MWh

Ritiro dedicato



Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;
- La quota riversata in rete e consumata (nella stessa fascia oraria) all'interno della comunità viene incentivata.



~50/150
€/MWh

Ritiro dedicato

110+10?
€/MWh

~8.5
€/MWh

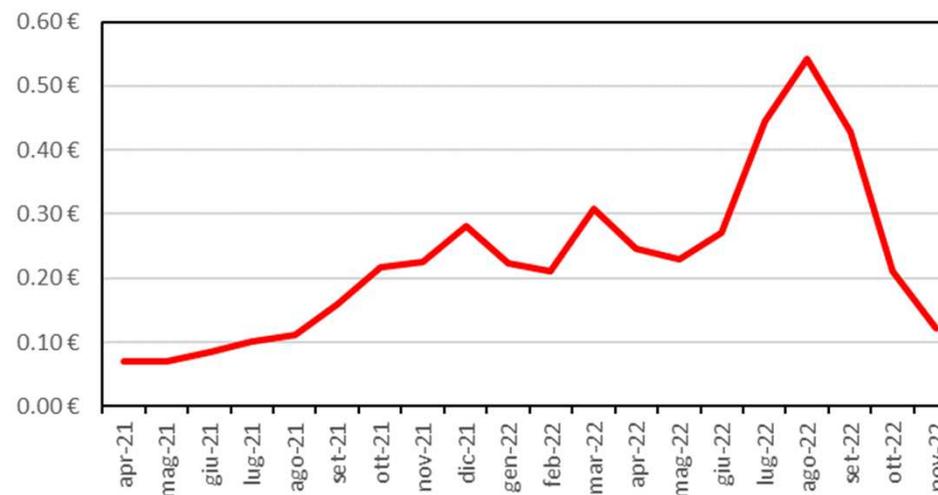
Premio CER +
Rimborso oneri

Esempio di riparto

Valori Economici di riferimento

Tariffa premio	+110	€/MWh
Minori oneri	+8.5	€/MWh
Tariffa acquisto	-240	€/MWh
Ritiro dedicato (PUN)	+130	€/MWh

Valore medio del PUN mensile



- **Consumatore:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve quota di premio CER.
- **Prosumer:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve il corrispettivo per il ritiro dedicato (indicizzato al PUN) (media **130 €/MWh**) per l'En. Elettrica immessa in rete + quota di premio CER.
- **Gestore:** riceve una quota di premio CER.
- **Povertà Energetica:** quota utilizzabile per la riduzione della povertà energetica da distribuire seguendo le regole della CER.

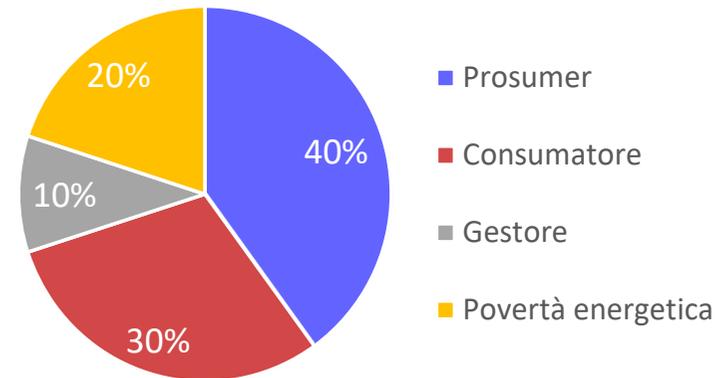


Esempio di riparto

Valori Economici di riferimento

Tariffa premio	+110	€/MWh
Minori oneri	+8.5	€/MWh
Tariffa acquisto	-240	€/MWh
Ritiro dedicato (PUN)	+130	€/MWh

Esempio di riparto premio CER



- **Consumatore:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve quota di premio CER.
- **Prosumer:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve il corrispettivo per il ritiro dedicato (indicizzato al PUN) (media **130 €/MWh**) per l'En. Elettrica immessa in rete + quota di premio CER.
- **Gestore:** riceve una quota di premio CER.
- **Povertà Energetica:** quota utilizzabile per la riduzione della povertà energetica da distribuire seguendo le regole della CER.

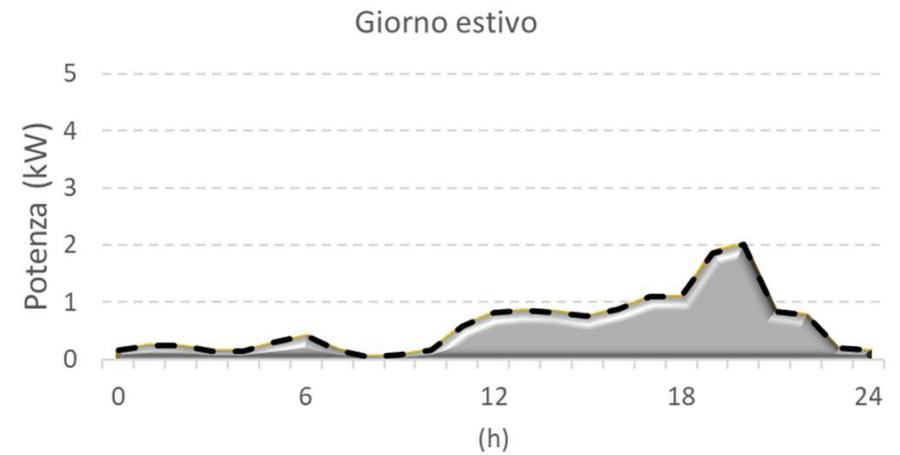
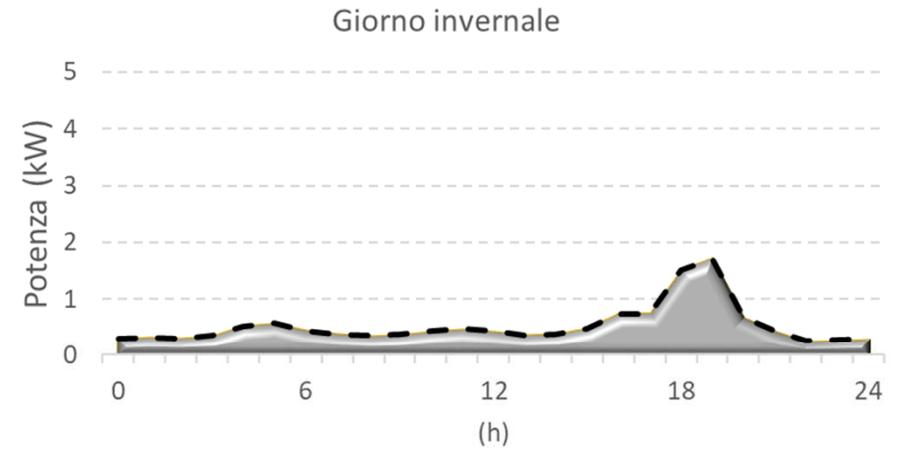
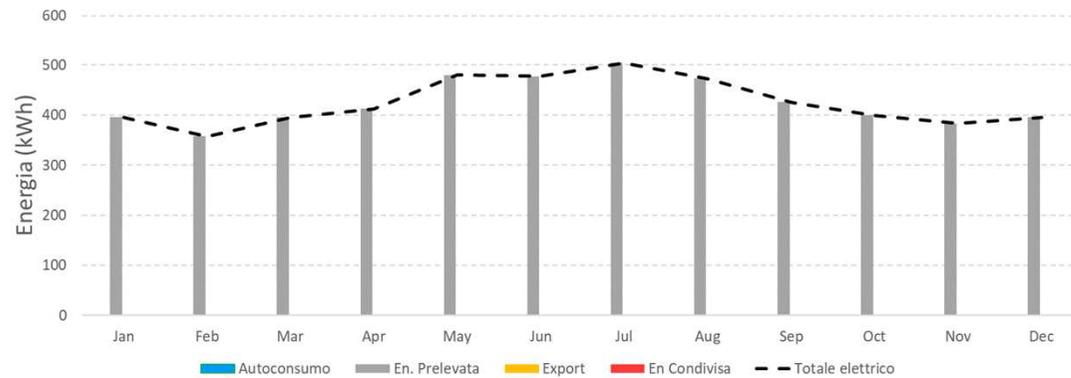


Esempio CER

1. Consumatore (caldaia a gas + aria cond.)

Cons. elettr.	5 100 kWh
Produzione FV	-
Autoconsumo	-

Spesa	€ -1 224
Ritiro dedicato	-
Premio	-



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

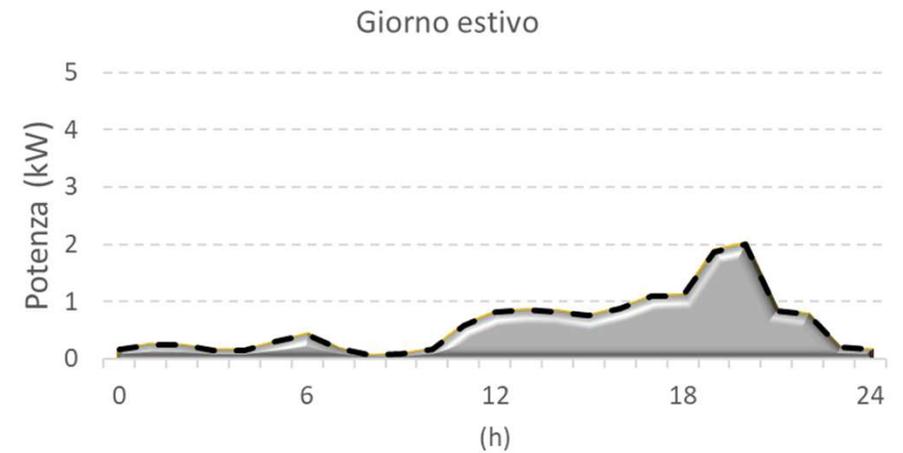
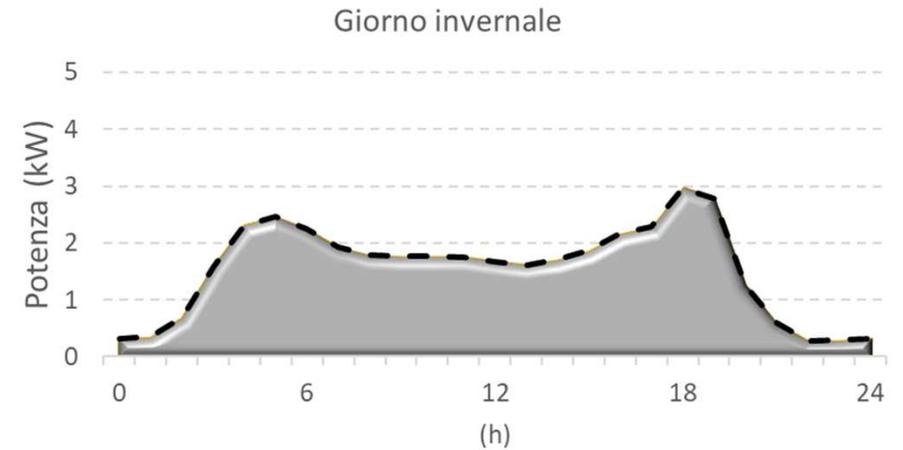
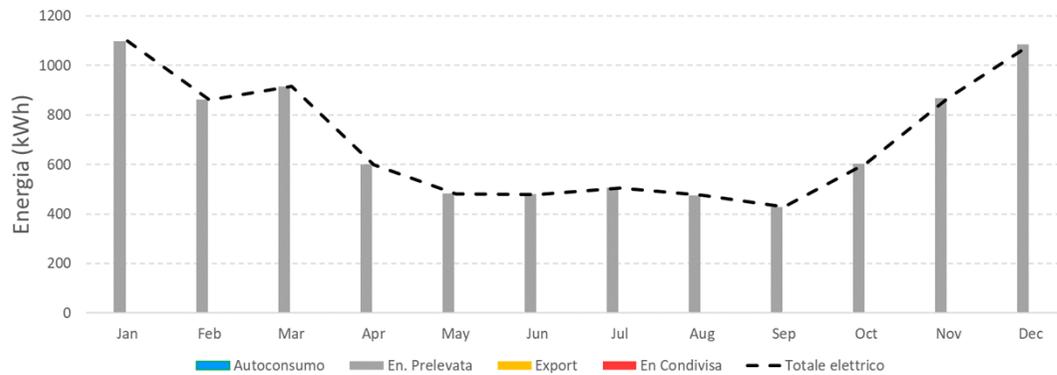
Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

2. Consumatore (pompa di calore + aria cond.)

Cons. elettr.	8 402 kWh
Produzione FV	-
Autoconsumo	-

Spesa	€ -2 016
Ritiro dedicato	-
Premio	-



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

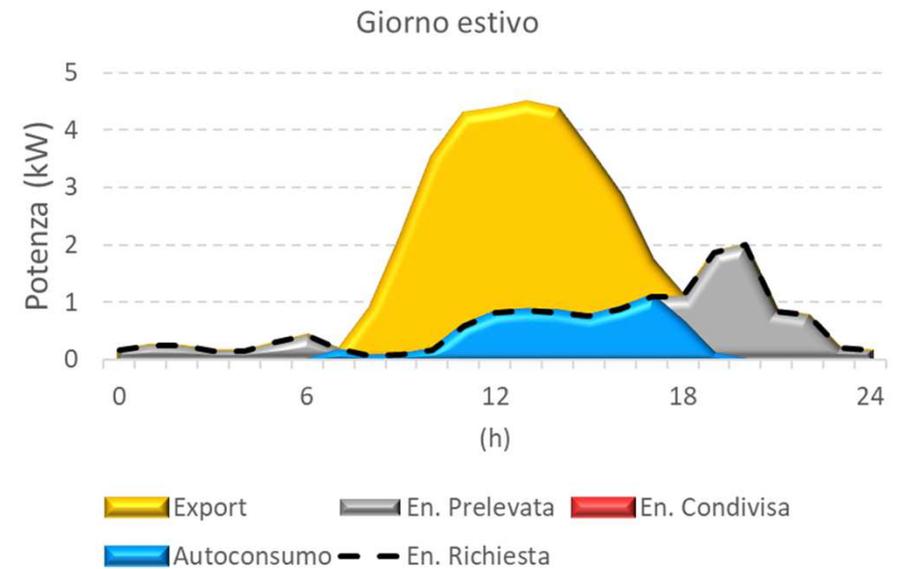
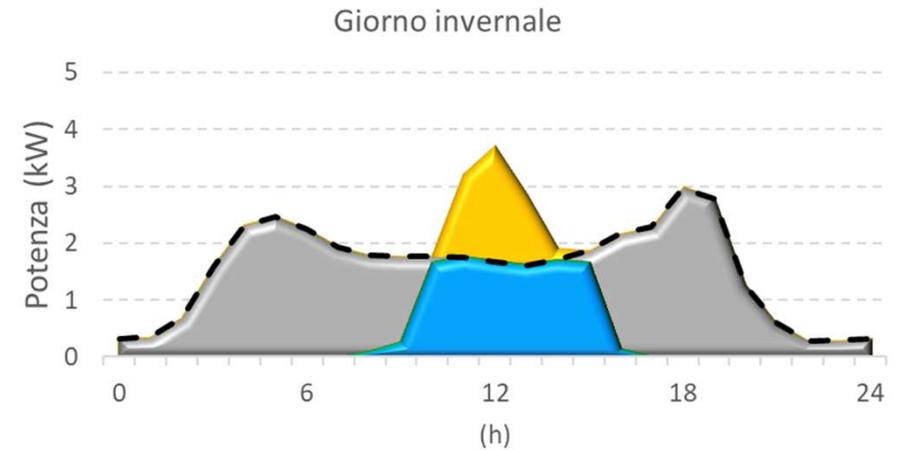
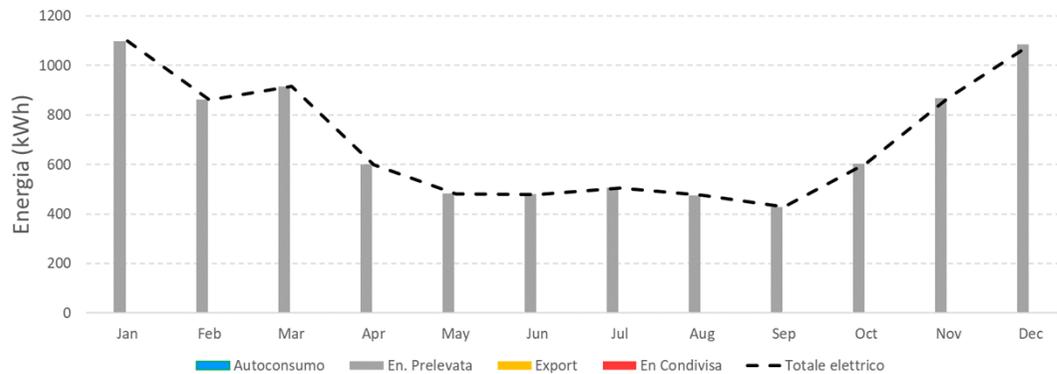
Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

3. Prosumer (pompa di cal. + aria cond. + FV 6 kW_p)

Cons. elettr.	5 540 kWh
Produzione FV	6 673 kWh
Autoconsumo	2 862 kWh

Spesa	€ -1 330
Ritiro dedicato	€ +495
Premio	-



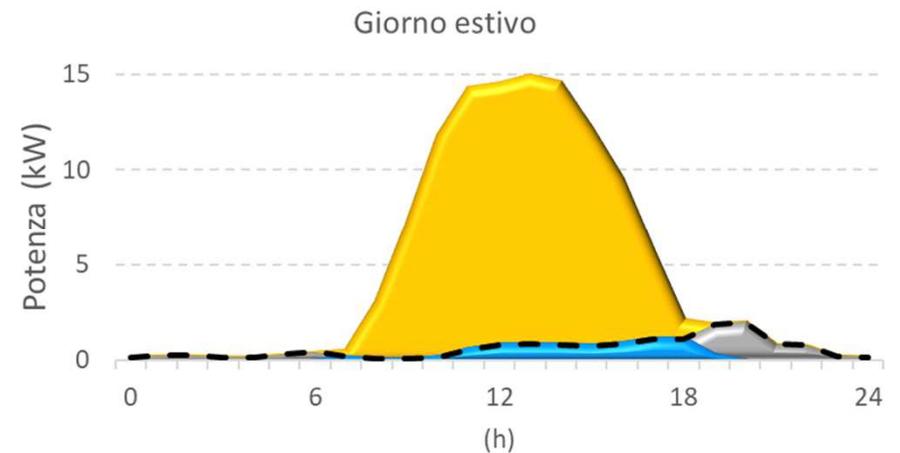
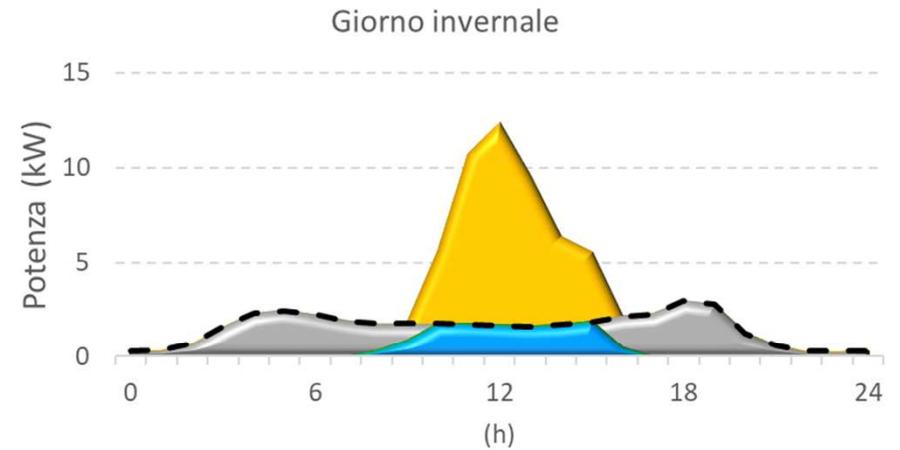
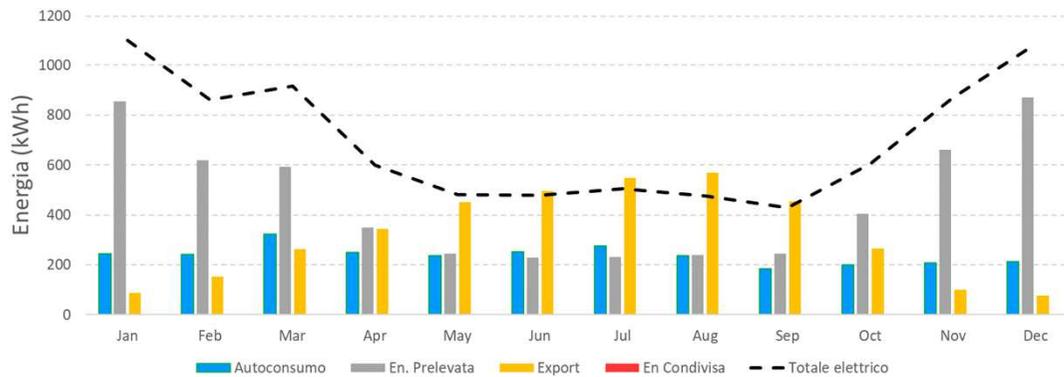
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

4. Prosumer (pompa di cal. + aria cond. + FV 20 kW_p)

Cons. elettr.	4 698 kWh	5 540 kWh
Produzione FV	22 243 kWh	6 673 kWh
Autoconsumo	3 704 kWh	2 862 kWh
Spesa	€ -1 128	€ -1 330
Ritiro dedicato	€ +2 410	€ +495
Premio	-	-

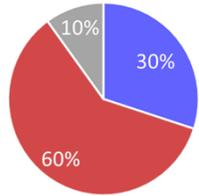


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

CER 1 + 2



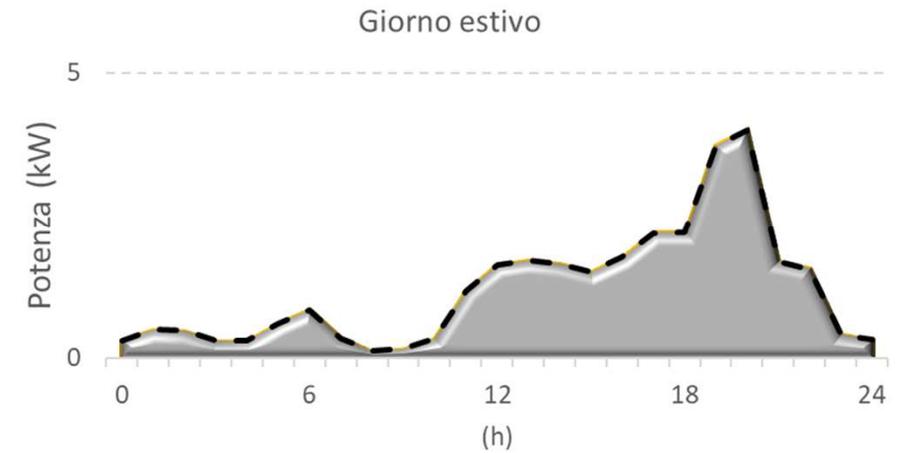
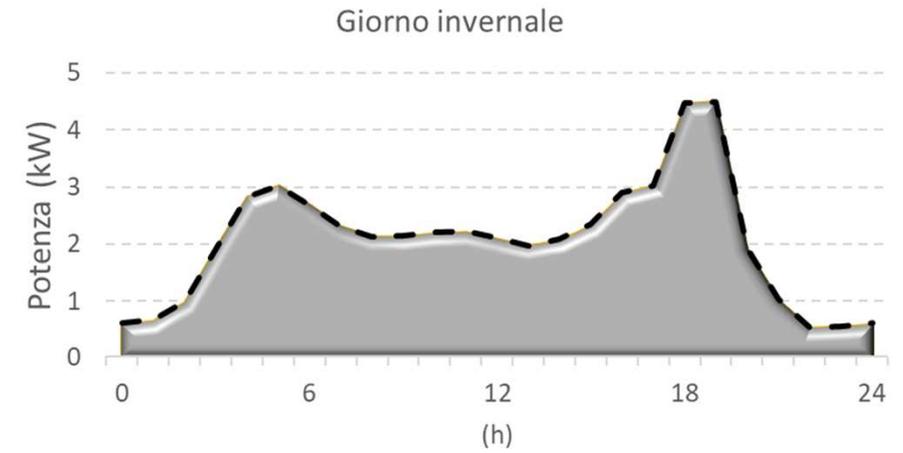
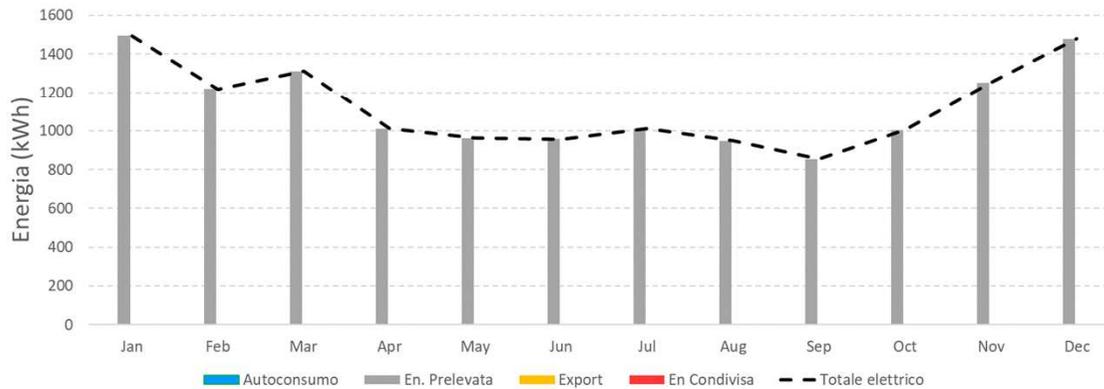
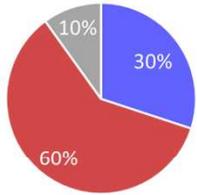
Cons. elettr.	5 100 kWh (5 100)	8 402 kWh (8 402)
Produzione FV	-	-
Autoconsumo	-	-
En. condivisa	0 kWh	

Spesa	€ -1 224 (1 224)	€ -2 016 (2 016)
Ritiro dedicato	-	-
Premio	€ 0	€ 0
	€ 0	



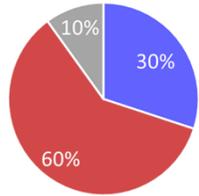
Esempio CER

CER 1 + 2



Esempio CER

CER 1 + 2 + 3



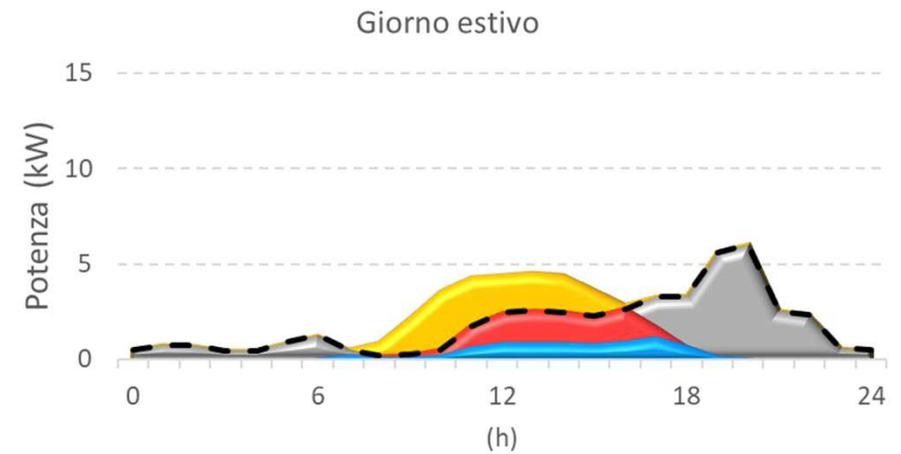
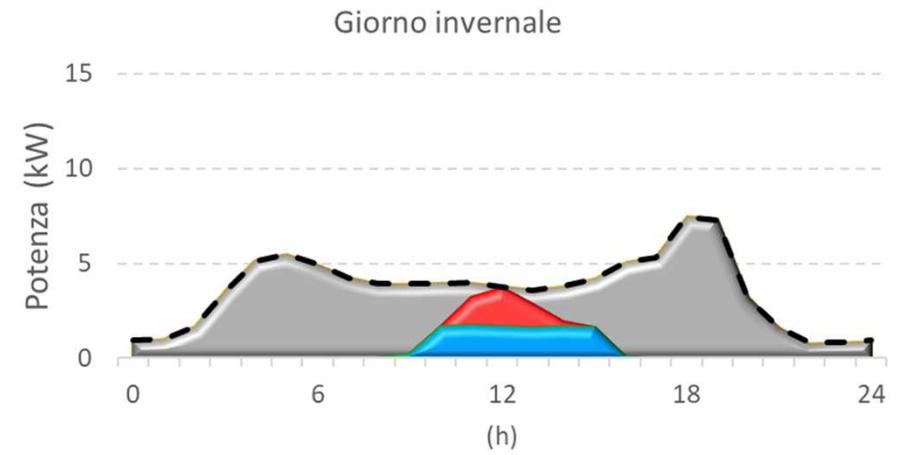
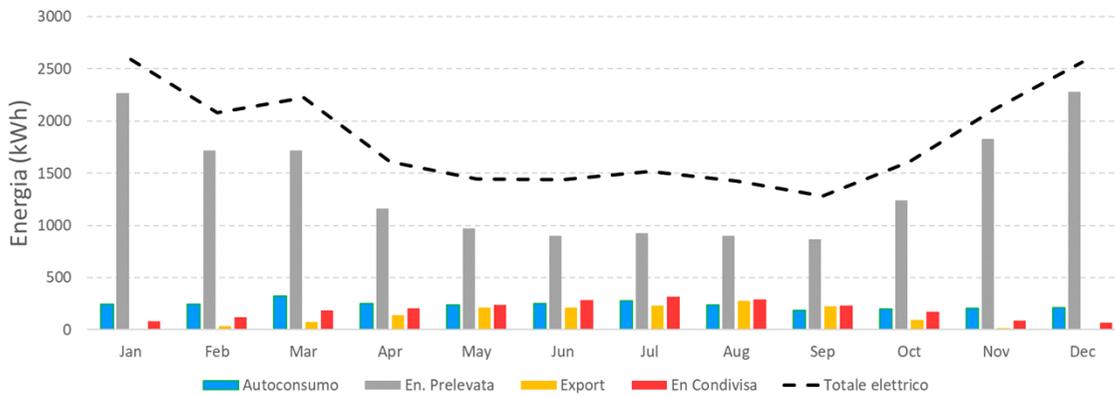
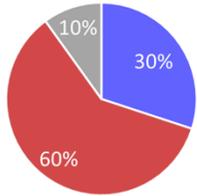
Cons. elettr.	5 100 kWh (5 100)	8 402 kWh (8 402)	5 540 kWh (5 540)
Produzione FV	-	-	6 673 kWh
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh
En. condivisa	2 279 kWh		

Spesa	€ -1 224 (1 224)	€ -2 016 (2 016)	€ -1 330 (1 330)
Ritiro dedicato	-	-	€ +495 (495)
Premio	€ 68	€ 94	€ 81
	€ 270		



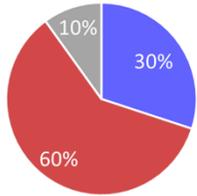
Esempio CER

CER 1 + 2 + 3



Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4



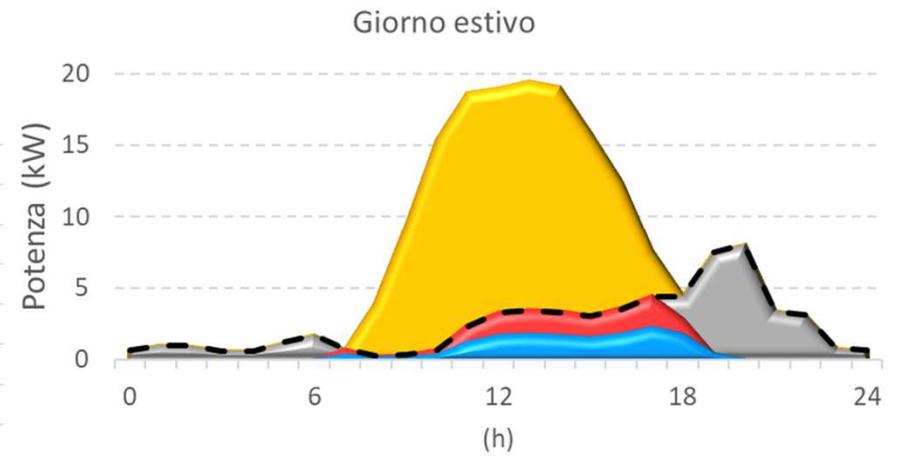
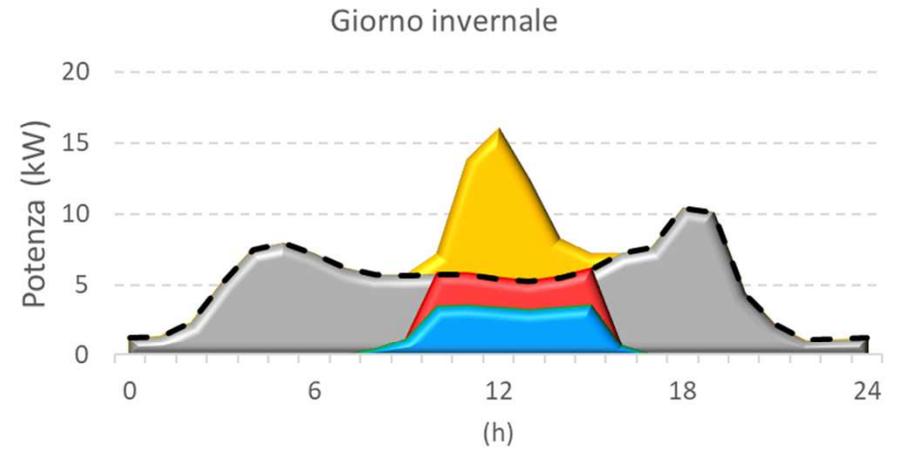
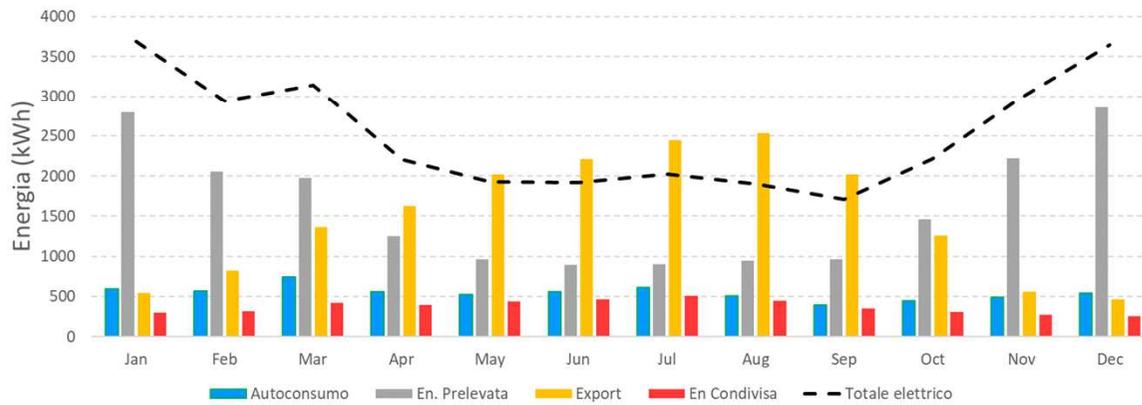
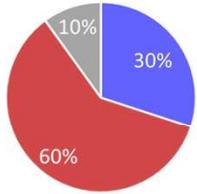
Cons. elettr.	5 100 kWh (5 100)	8 402 kWh (8 402)	5 540 kWh (5 540)	4 698 kWh (4 698)
Produzione FV	-	-	6 673 kWh	22 243 kWh
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh	3 704 kWh
En. condivisa	4 435 kWh			

Spesa	€ -1 224 (1 224)	€ -2 016 (2 016)	€ -1 330 (1 330)	€ -1 128 (1 128)
Ritiro dedicato	-	-	€ +495 (495)	€ +2 410 (2 410)
Premio	€ 120	€ 186	€ 30	€ 141
	€ 530			



Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4

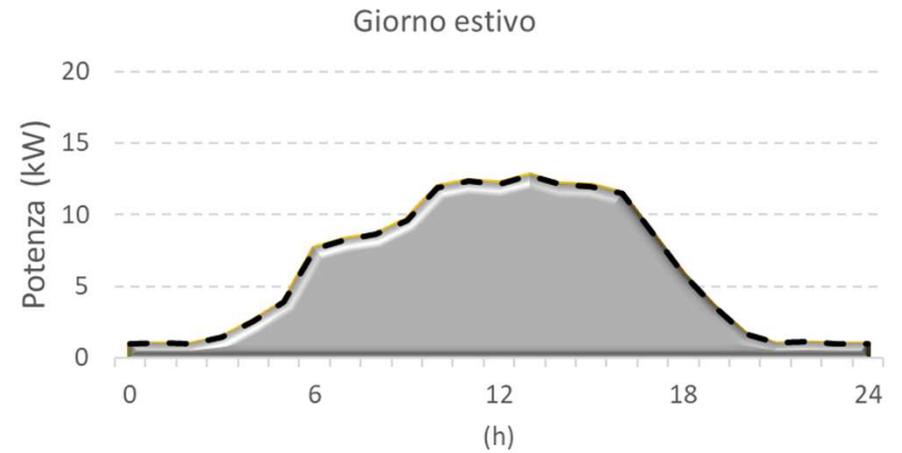
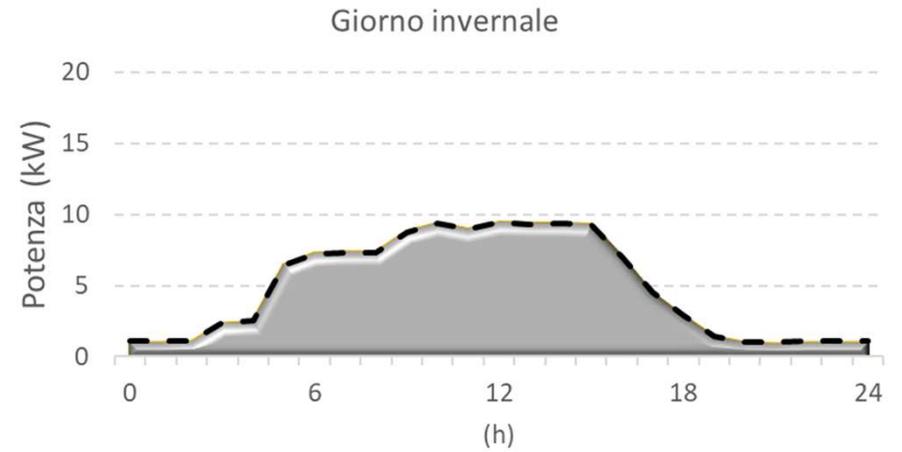
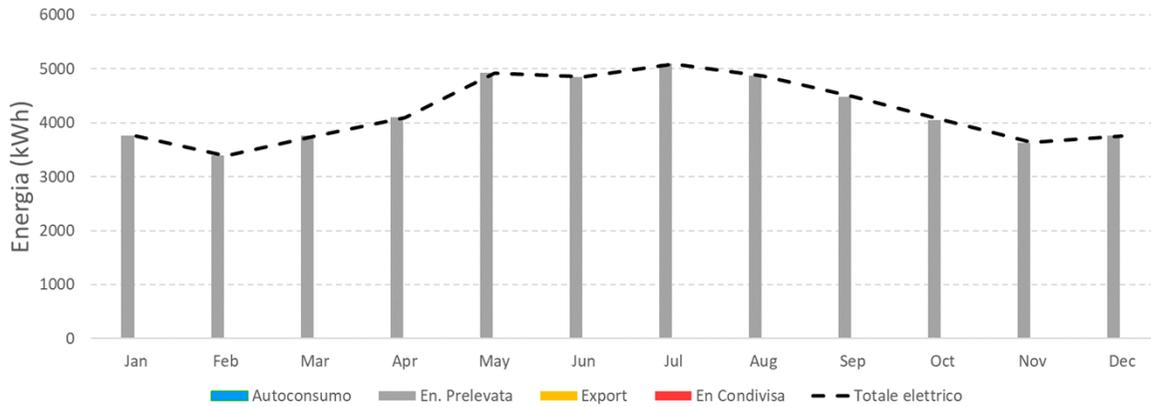


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

5. Consumatore con profilo di domanda prevalentemente diurna

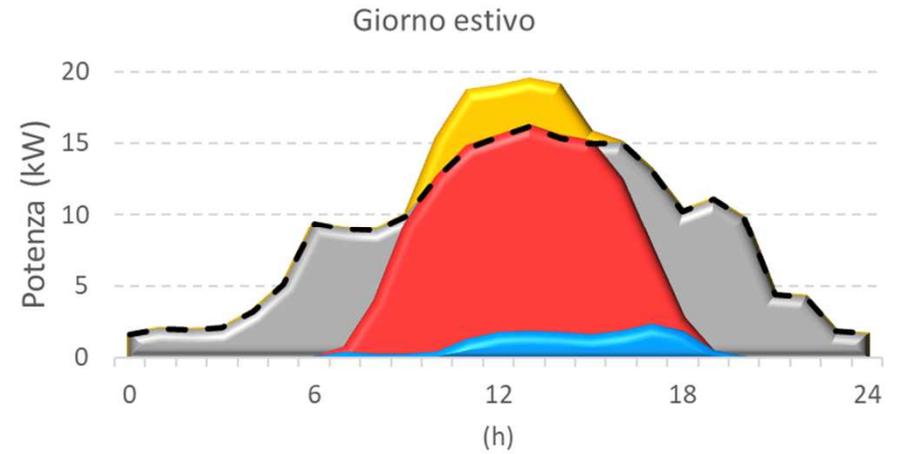
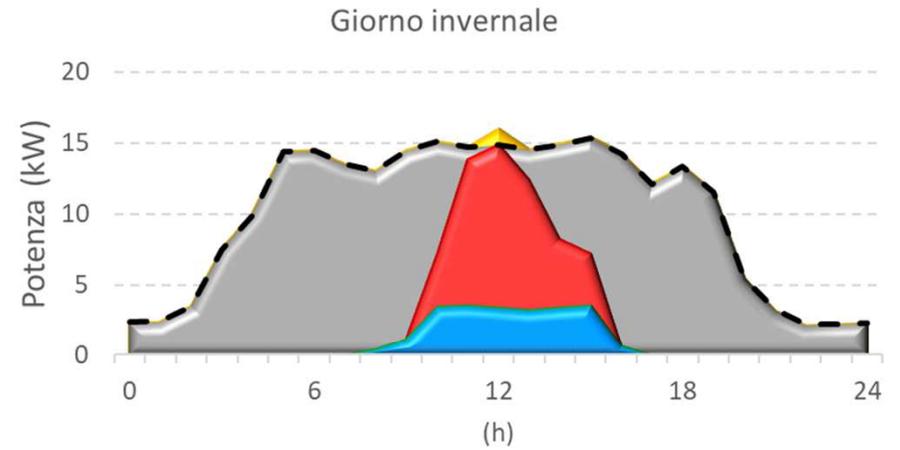
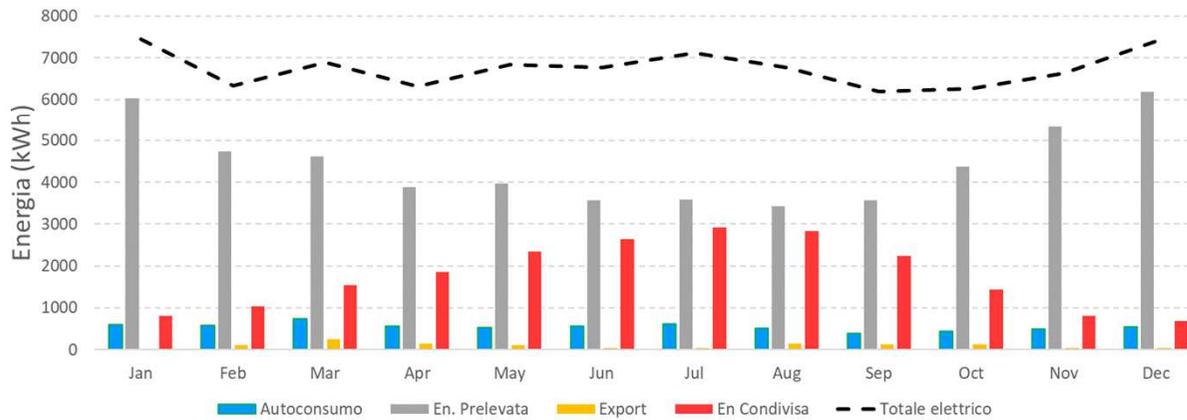
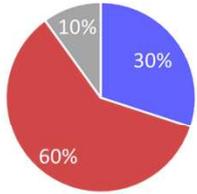


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4 + 5

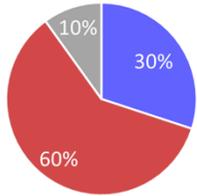


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4 + 5



Cons. elettr.	5 100 kWh (5 100)	8 402 kWh (8 402)	5 540 kWh (5 540)	4 698 kWh (4 698)	50 680 kWh
Produzione FV	-	-	6 673 kWh	22 243 kWh	-
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh	3 704 kWh	-
En. condivisa	21 151 kWh				

Spesa	€ -1 224 (1 224)	€ -2 016 (2 016)	€ -1 330 (1 330)	€ -1 128 (1 128)	€ 2 433
Ritiro dedicato	-	-	€ +495 (495)	€ +2 410 (2 410)	-
Premio	€ 70	€ 106	€ 130	€ 625	€ 1 325
	€ 2 506				



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

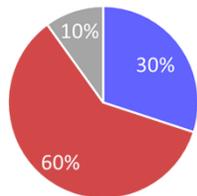
CER intercomunale + PV su cava dismessa

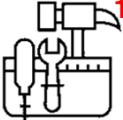


Centro Raccolta
500 kW_p

Ritiro dedicato
Premio

€ 68 316
€ 14 948



									
	20 kW_p	74 kW_p			20 kW_p	20 kW_p	4 kW_p	10 kW_p	X 10
									
	Municipio	Scuole	Scuole	Centri ricreativi	Centri ricreativi	Palestre	Villette	PMI	Cons. diurno

Cons. elettr.	52 462 kWh	39 991 kWh	72 705 kWh	25 742 kWh	19 700 kWh	65 485 kWh	204 687 kWh	275 940 kWh	1 013 609 kWh
Prod. FV	27 897 kWh	65 818 kWh	-	-	24 992 kWh	24 992 kWh	149 950 kWh	149 950 kWh	-
Autoconsumo	24 201 kWh	18 876 kWh	-	-	14 832 kWh	20 914 kWh	62 032 kWh	119 884 kWh	-
En. condivisa	559 773 kWh								

Spesa	-12 591 €	-9 598 €	-17 449 €	-6 178 €	-4 728 €	-15 717 €	-1 637 € x30	-5 519 € x12	-24 327 € x10
Ritiro dedicato	480 €	6 102 €	-	-	1 321 €	530 €	381 € x30	326 € x12	0 € x10
Premio	406 €	1 400 €	1 632 €	1 080 €	330 €	640 €	110 € x30	197 € x12	3 358 € x10
	€ 66 333								

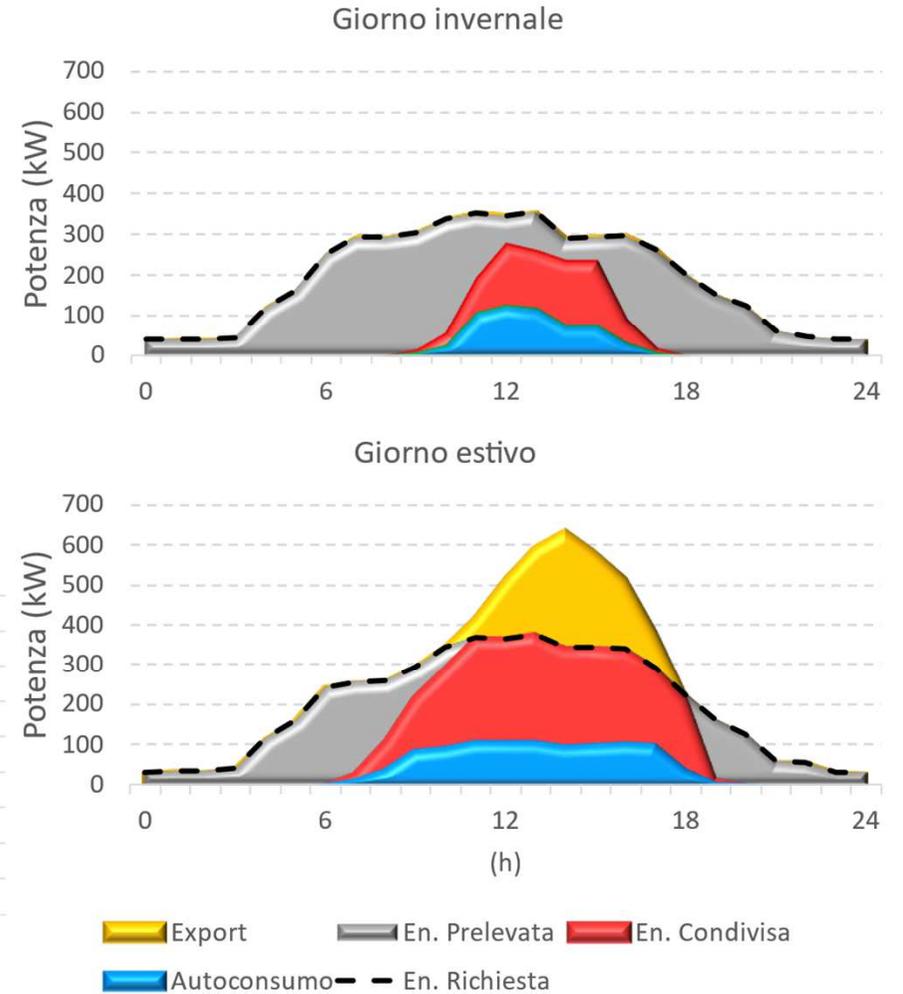
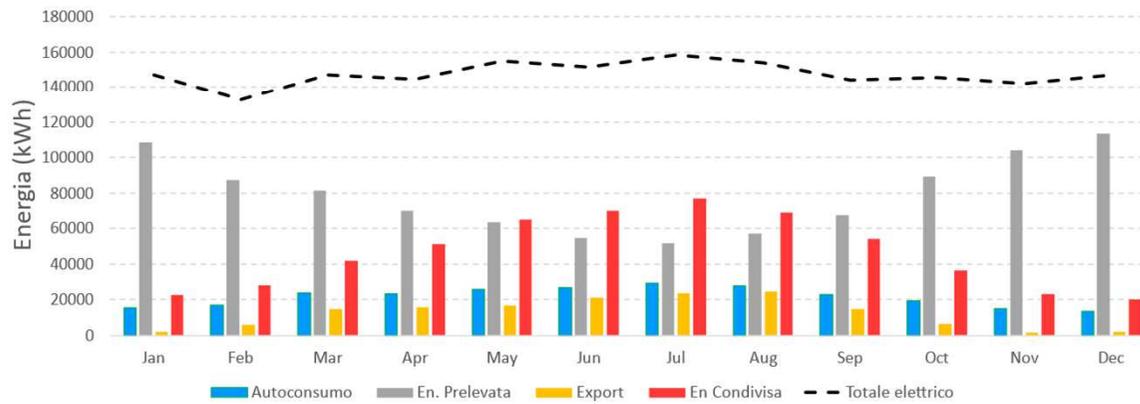
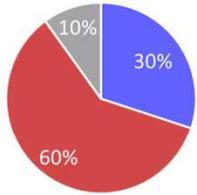


**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

Esempio CER

CER intercomunale + PV su cava dismessa



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

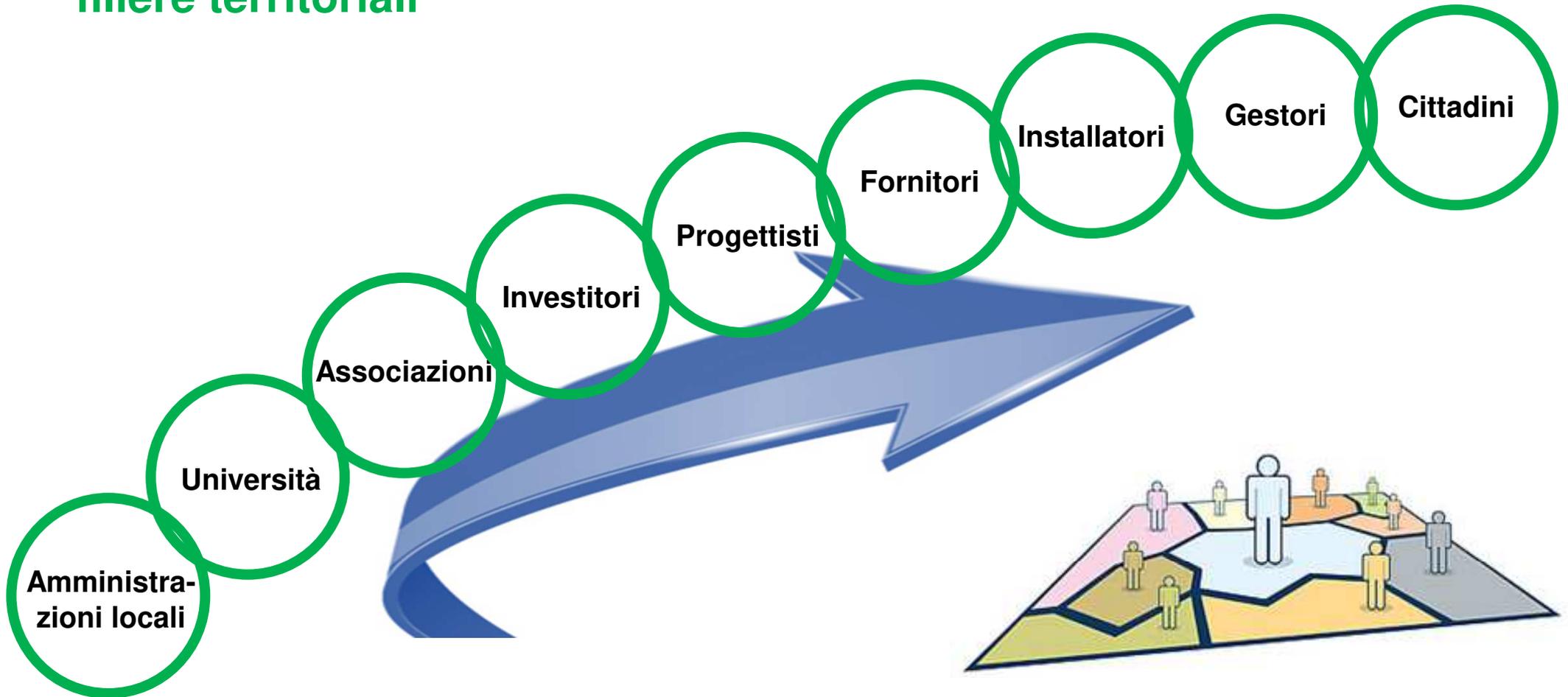
Le condizioni per una Comunità Energetica Rinnovabile efficiente

Occorre favorire l'**autoconsumo condiviso** e il **bilanciamento del sistema**.

- Servono nuovi **impianti di produzione da fonti rinnovabili**: non bastano i puri consumatori (me nemmeno i produttori puri!)
- è premiante aggregare e combinare **utenze diverse**, che hanno **profili di domanda diversi**
- è importante stimolare **comportamenti virtuosi** dei membri della comunità nella gestione dei propri consumi (spostamento dei consumi in fasce orare favorevoli, gestione ricarica veicoli elettrici, regolazione impianti a pompa di calore)



Comunità Energetiche Rinnovabili: un'opportunità per costruire filiere territoriali



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate



dr.
Giovanni Brumana

SISTEMI PER L'ENERGIA
E L'AMBIENTE

giovanni.brumana@unibg.it

T. (+39) 035 2052 348

Campus di Ingegneria
viale Marconi 5
Dalmine (BG) - Italy
www.unibg.it

prof.
Giuseppe Franchini

SISTEMI PER L'ENERGIA
E L'AMBIENTE

giuseppe.franchini@unibg.it

T. (+39) 035 2052 078

Campus di Ingegneria
viale Marconi 5
Dalmine (BG) - Italy
www.unibg.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria
e Scienze Applicate