

12 aprile 2021

**Energy Community e autoconsumo collettivo  
stato dell'arte e prospettive per le imprese**

# **Modelli di valutazione ed esempi concreti**

*Parte B*

*Matteo Zatti*

LEAP s.c.a r.l. è stato fondato nel 2005 su iniziativa della sede di Piacenza del Politecnico di Milano.

## Soci:

- Politecnico di Milano: 4 dipartimenti (Energia, Ing. Civile e Ambientale, Ing. Chimica, DEIB)
- Università Cattolica del Sacro Cuore
- Comune di Piacenza
- Fondazione di Piacenza e Vigevano
- Camera di Commercio di Piacenza
- A2A
- Iren Ambiente
- Cementirossi
- BIP consulting
- Antas



Camera di Commercio  
Piacenza



Attività di ricerca e consulenza in 4 aree di competenza:

1. Waste to Value: recupero di materia ed energia da rifiuti;
2. Low Carbon Technologies: impianti e tecnologie per la produzione di energia e cattura della CO<sub>2</sub>;
3. Smart Energy Systems: energie rinnovabili ed efficienza energetica;
4. Emissions & Air Quality: emissioni gassose, particolato e qualità dell'aria.

# Il Progetto di ricerca ENERGYNIUS (2019 – 2021)

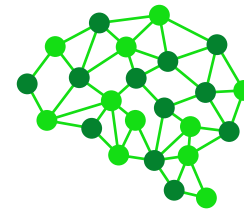
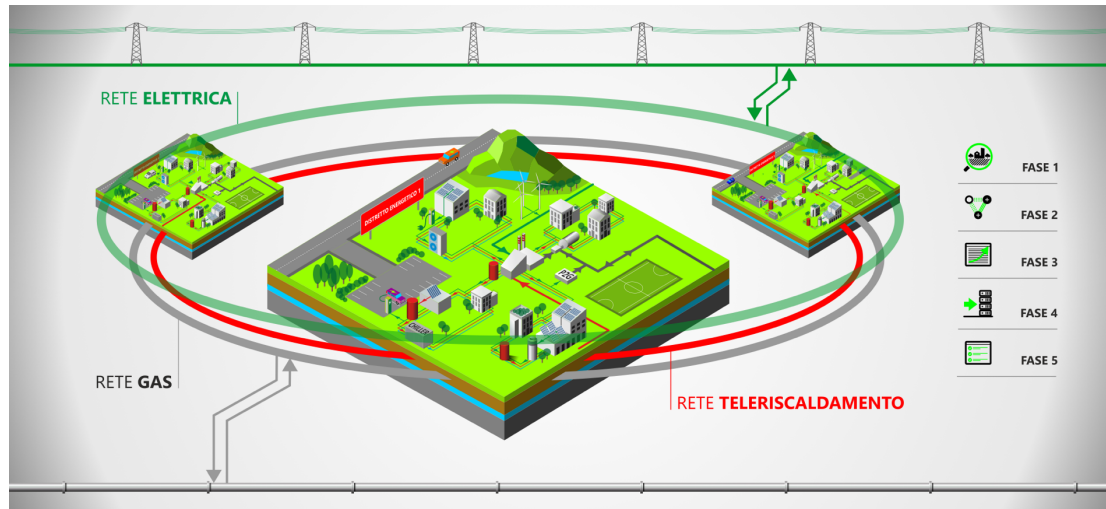


## OBIETTIVO:

Sviluppare **soluzioni software e hardware** per promuovere l'**integrazione** efficiente dei sistemi di produzione, accumulo e distribuzione dell'energia, in cui i Prosumer, le **Comunità Energetiche** e i Distretti Energetici partecipino in maniera **attiva** alla decarbonizzazione dei fabbisogni energetici degli utenti e alla fornitura di servizi alla rete.

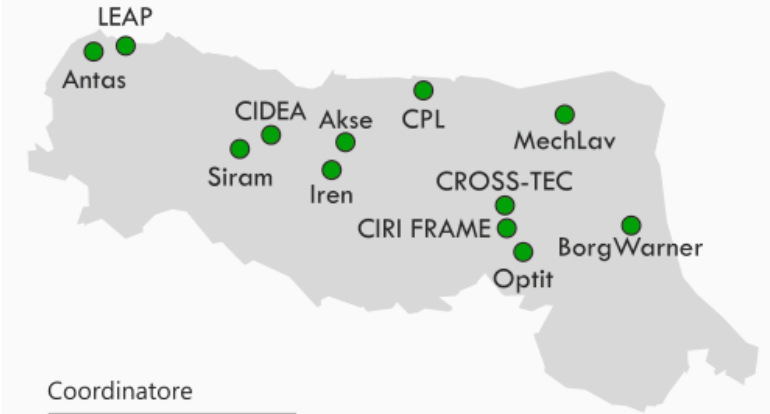
## TEMI:

Ottimizzazione del progetto e della gestione, simulazione real-time di reti e sistemi energetici, diagnostica, interoperabilità, veicoli elettrici.



**ENERGYNIUS**  
ENERGY Networks Integration for Urban Systems

[www.energynius.it](http://www.energynius.it)



Coordinatore



Partner Ricerca



Partner Industriali



**Obiettivo:** Esplorare e promuovere strategie di pianificazione e gestione dei Distretti Energetici che permettano **la partecipazione dei Prosumer e delle Comunità** ai bilanci interni al distretto e del distretto nei confronti delle reti energetiche.

**Attività:**

1. Analisi degli aspetti tecnici, regolatori, economici e sociologici che emergono dall'aggregazione di Prosumer in Comunità Energetiche;
2. Studio della fattibilità tecnico-economica dell'aggregazione in Comunità Energetiche.

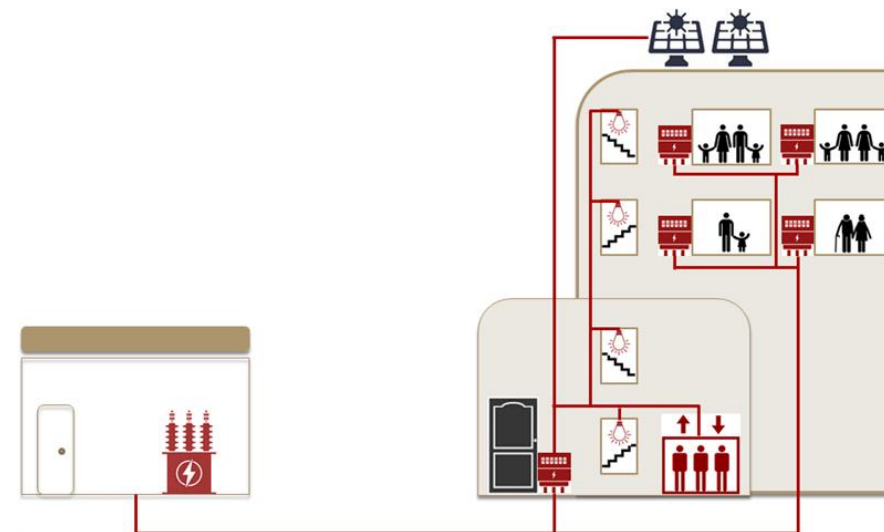
**Modello matematico per la valutazione dell'impatto economico ed ambientale dell'elettrificazione dei consumi e dell'autoconsumo collettivo.**

**> Applicazione ad un condominio.**



# Autoconsumo collettivo in un condominio (modello virtuale)

- Nella configurazione **autoconsumo individuale – utenti singoli (SSP)** l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici (FV) sottesi ad un POD viene utilizzata dalle utenze sottese al medesimo POD o viene immessa in rete in regime di Scambio sul Posto.
- Nella configurazione **autoconsumo collettivo – rete virtuale (EC)**, l'energia prodotta dai pannelli sottesi ad un POD può essere utilizzata da utenze sottese a POD differenti all'interno del condominio. Essa passa attraverso la rete pubblica prima di essere consumata da questi ultimi (vedi figura).



**Scambio sul Posto** per il quale si considera il contributo in conto scambio

vs

**Modello virtuale** definito nella Delibera ARERA 318/2020/R/eel con lo schema incentivante riconosciuto nelle regole tecniche del GSE

$$CS = \min(El_{inj} * Pz ; El_{prel} * PUN) + CU_{sf} * \min(El_{inj}; El_{prel})$$

Su tutta l'energia immessa

ritiro dedicato GSE o vendita a mercato:  
40-50€/MWh



Su energia immessa e condivisa

tariffa incentivante MISE fissa per 20 anni:  
▪ 100 €/MWh autoconsumo collettivo  
▪ 110€/MWh per comunità energia

Su energia immessa e condivisa

restituzione minori costi di sistema derivanti da condivisione, individuati da ARERA: 9 €/MWh

RSE D. Novelli – Atti webinar ITALIASOLARE 25/09/2020

# Metodo di calcolo – approccio "Load First"

**Obiettivo:** Valutazione dell'impatto economico ed ambientale dell'elettrificazione e degli schemi di autoconsumo collettivo per un condominio

**Ipotesi:**

Gli impianti dell'edificio devono essere rinnovati

**8 casi:**

- **2 configurazioni:** utente singolo in **scambio sul posto (SSP)**, **Autoconsumo collettivo virtuale (EC)**;
- **4 scenari:** livelli di **elettrificazione** crescente per soddisfare i bisogni elettrici, termici, di raffrescamento e di trasporto privato dei condomini (e.g., FV, pompa di calore, veicoli elettrici, batterie).

**Modello matematico:** simulare il funzionamento annuale degli impianti, su base oraria, minimizzando i costi operativi del condominio, calcolati sottraendo alle spese di gas ed elettricità la remunerazione dell'elettricità immessa/autoconsumata (bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> del condominio).

Funzione obiettivo:

$$\min \sum_d N_d \left[ \sum_h \sum_i \xi_{i,d,h}^{EB} + \xi_{i,d,h}^{NG} - \varphi_{i,d,h}^{ER} \right]$$

$\xi_{i,d,h}^{EB}$  = Bolletta elettrica utente  $i$ , giorno  $d$ , ora  $h$   
 $\xi_{i,d,h}^{NG}$  = Bolletta del gas  
 $\varphi_{i,d,h}^{ER}$  = Remunerazione scambio e autoconsumo

# Il caso studio – scenari di elettrificazione

- Condominio “tipo” in Emilia-Romagna (Nord Italia)
- Nove appartamenti: 3 ap. x 3 tipologie di famiglie (coppia di anziani, coppia di giovani lavoratori, famiglia con due bambini)
- 4 Scenari: elettrificazione crescente
  - A:** 1 FV appartenente a un singolo condomino
  - B:** A + FV condominiale + pompa di calore + accumulo termico
  - C:** B + veicoli elettrici (EV)
  - D:** C + accumulo elettrochimico
- Risultati espressi in maniera differenziale rispetto ad uno scenario di riferimento (no investimenti in elettrificazione)

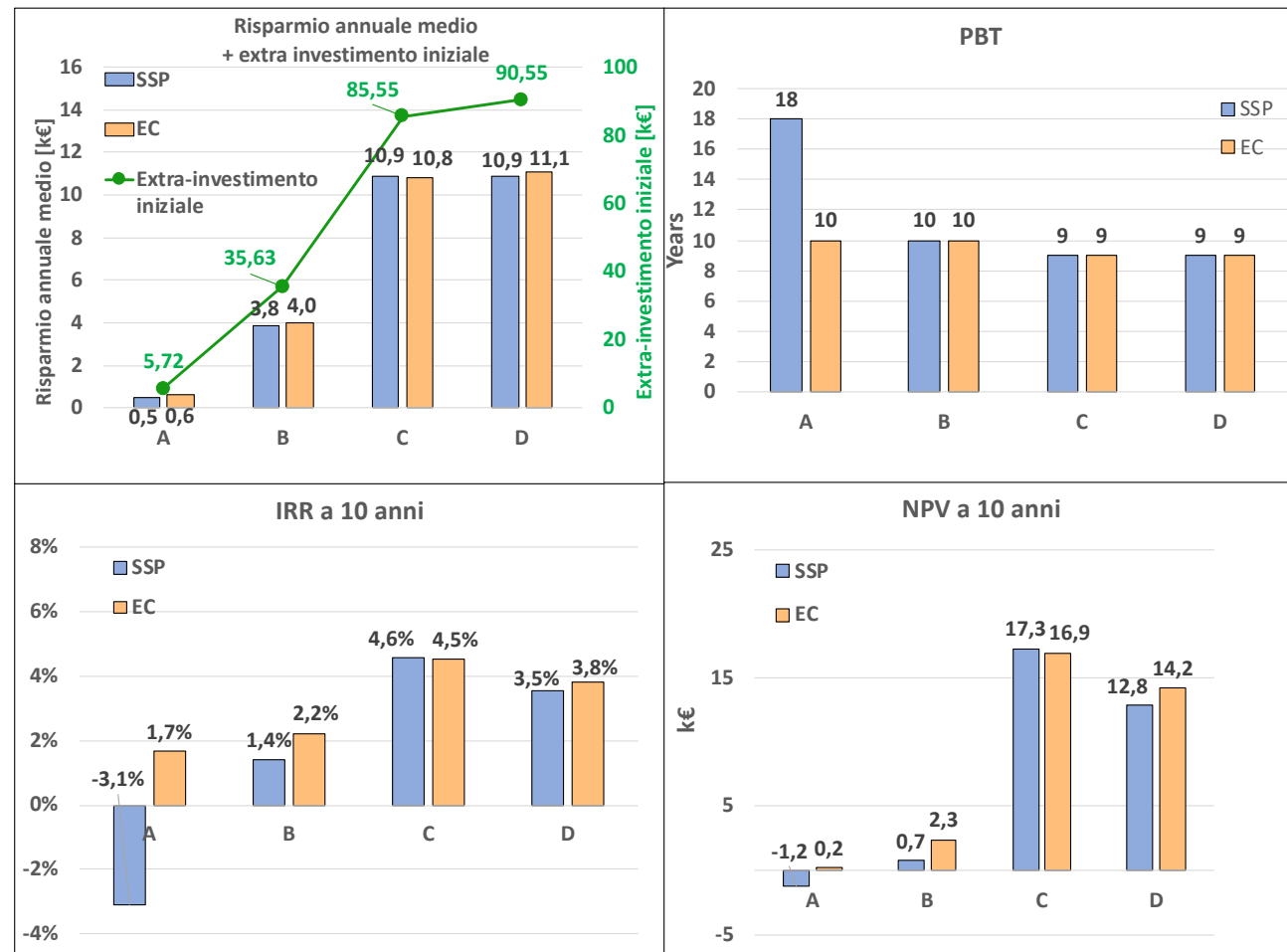
	Anziani	Coppia di giovani	Famiglia con bambini	
Superficie Ap. [m <sup>2</sup> ]	80	80	120	
Elettricità [kWh]	2'700	2'400	3'200	
Riscaldamento [kWh]	4'784	4'784	7'176	
Acqua calda [kWh]	1'160	1'160	1'740	
Raffrescamento [kWh]	1'200	1'200	1'800	
Veicoli	metano	benzina*	diesel	GPL*
Distanza [km/anno]	5'000	11'000	17'000	8'000
Ricarica giornaliera EV [kWh]	-	4.43	-	3.3
Intervallo di ricarica EV [h]		23:00 07:00		20:00 08:00

\* = auto sostituita da un veicolo elettrico negli scenari C e D

		Scenari				
		Ref.	A	B	C	D
Pertinenza del singolo utente	PV	n.a.	20 m <sup>2</sup> (singolo utente)			
	AC	5,57 kW <sub>c</sub> (giovane coppia, anziani); 8,02 kW <sub>c</sub> (famiglia con bambini)				
Pertinenza condominiale	PV	n.a.	40 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>		
	BOIL.	110 kW <sub>t</sub>	70 kW <sub>t</sub>			
	HP	n.a.	42 kW <sub>t</sub>			
	TANK	n.a.	1 m <sup>3</sup>			
	BATT.	n.a.				10 kWh
Veicoli	ICE	Diesel (x3), benzina (x3), metano (x3), GPL (x3)			Diesel (x3), metano (x3)	
	EV	n.a.			2 (x3)	

# Risultati: Ottimizzazione della gestione

- I **risparmi** annuali netti **aumentano** all'aumentare dell'**investimento** iniziale (anche grazie a: detrazioni fiscali su pompe di calore e FV + riduzione di costi di gestione e manutenzione per i veicoli elettrici).
- **Scenario A** (FV 1 solo utente): il tempo di ritorno dell'investimento (PBT) decresce significativamente grazie all'**autoconsumo collettivo** rispetto a SSP (- 8 anni).
- **Scenario B** (FV condominiale + PdC): **redditività** dell'investimento (IRR) **migliora** rispetto a Sc. A.
- **Scenario C**: (B + EV) offre il **miglior valore attuale netto** dell'investimento (NPV).
- **Scenario D**: (C + BATT) NPV è limitato dall'**alto costo** d'investimento da sostenere per le **batterie** (500 €/kWh).

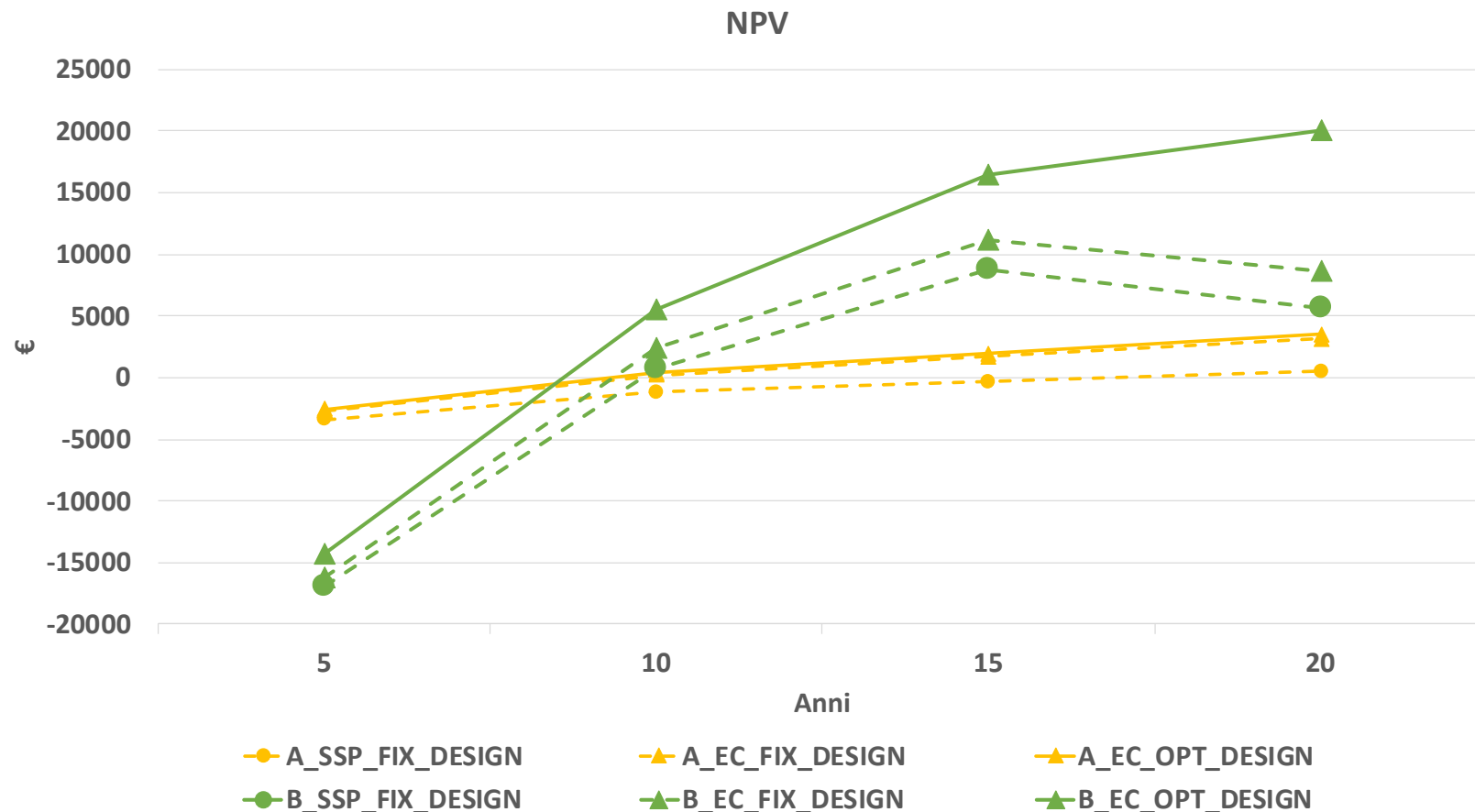


		Riferimento	A		B		C		D	
			SSP	EC	SSP	EC	SSP	EC	SSP	EC
Gas (riscaldamento)	kSm <sup>3</sup>	10,63	0		-10,15		-10,15		-10,15	
TOT CO <sub>2</sub> (elettricità, gas, auto)	ton	<b>48,53</b>	<b>-1,23</b>	<b>-1,27</b>	<b>-18,38</b>	<b>-18,49</b>	<b>-24,85</b>	<b>-24,98</b>	<b>-24,87</b>	<b>-25,03</b>



# Risultati: Confronto con l'ottimizzazione dell'investimento

1. La configurazione "SSP" (linea tratteggiata, indicatore tondo) rappresenta la gestione prima dell'avvento dell'autoconsumo collettivo.
2. Il passaggio alla configurazione "autoconsumo collettivo" (linea tratteggiata, indicatore triangolare) permette di migliorare le performance economiche del condominio in tutti gli scenari.
3. L'ottimizzazione dell'investimento della configurazione "autoconsumo collettivo" (linea continua, indicatore triangolare) permette di migliorare ulteriormente le performance economiche in tutti gli scenari.



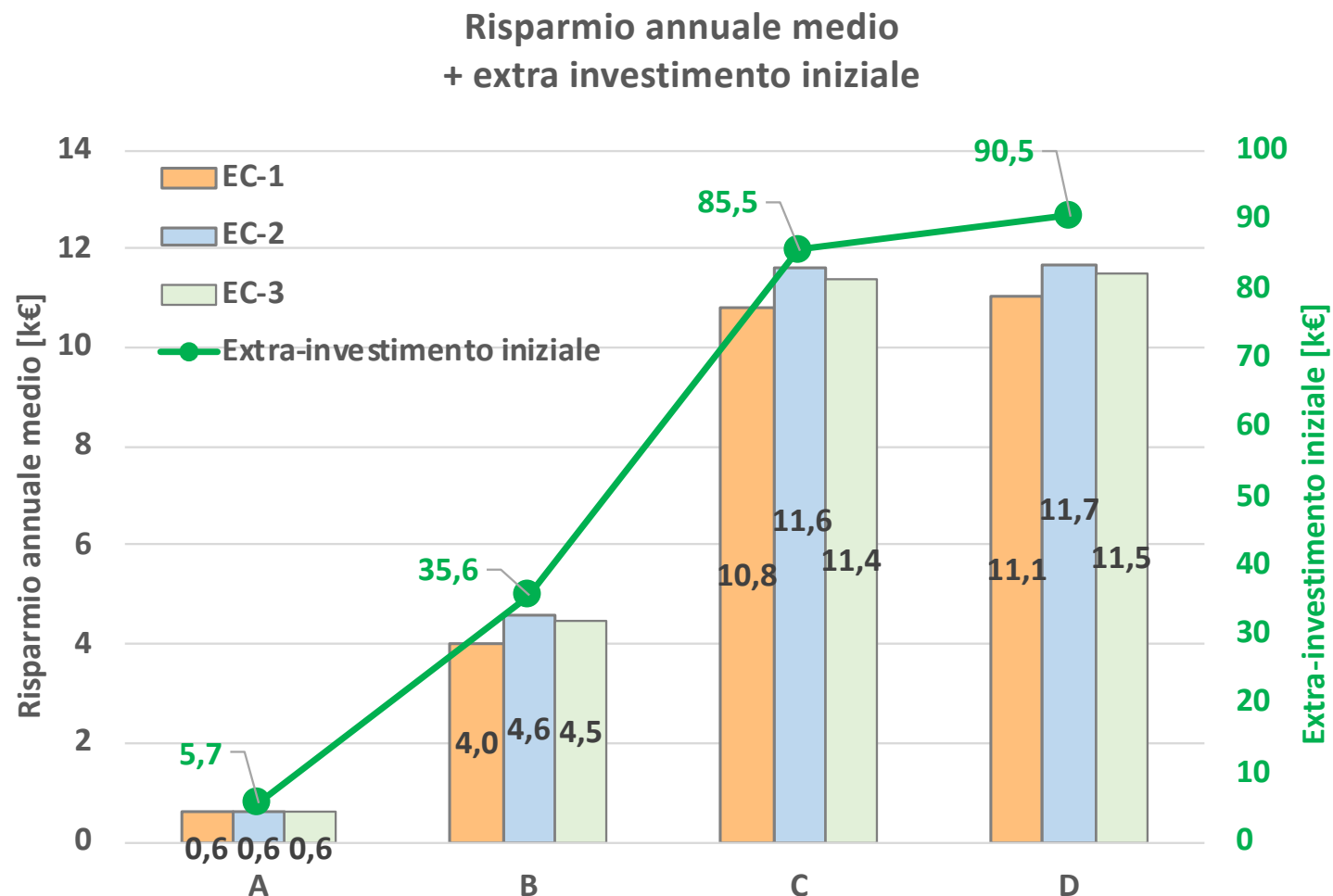
Per semplicità riportiamo solo i risultati degli scenari A (un solo FV) e B (FV + pompa di calore condominiali). Si possono trovare altri risultati sul sito di progetto

<https://www.energynius.it/laboratorio-virtuale.html>

## Variation dei profili di carico:

- EC1: solo residenziale (caso studio precedente)
- EC2: misto residenziale-uffici
- EC3: solo uffici

Grazie ad una maggior diversificazione dei profili di consumo, il modello riesce a ottimizzare ulteriormente l'autoconsumo collettivo (EC2: +7/12%) con un miglioramento dei risparmi.



- Applicazione del modello a **nuovi casi**: da autoconsumo collettivo a comunità energetica, soprattutto con sistemi sottesi a differenti cabine di trasformazione (MT/BT)
- **Nuovi scenari**: confronto tra ulteriori **schemi incentivanti** e **tariffe**, introduzione di nuove **tecnologie**
- Studio della **redistribuzione ottimale del pay-off** sia per eventuali investitori/aggregatori che per gli utenti (Articolo M. Moncecchi et al., (2020) *Game Theoretic Approach for Energy Sharing in the Italian Renewable Energy Communities*, Applied Sciences: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/22/8166>)
- Integrazione dello studio sull'impatto degli incentivi e dell'elettrificazione dei consumi con l'analisi dell'**impatto sulla rete**
- Laboratorio virtuale: sul sito di progetto ENERGYNIUS è disponibile uno **strumento interattivo** per la valutazione tecnico-economica delle diverse configurazioni adottabili per l'autoconsumo collettivo per un condominio (<https://www.energynius.it/laboratorio-virtuale.html>).
- È stata impostata un'indagine con interviste online e personali a docenti e educatori, amministratori locali, tecnici per analizzare il fenomeno delle Comunità Energetiche da un **punto di vista socio-economico** (Università Cattolica) → i risultati saranno caricati sul sito di progetto ENERGYNIUS.

*Grazie per l'attenzione!*

## Progetto Energynius

Energy Network Integration for Urban Systems

[www.energynius.it](http://www.energynius.it)

Energynius è un progetto co-finanziato dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del Bando 2018 per progetti di ricerca industriale strategica rivolti agli ambiti prioritari della Strategia di Specializzazione Intelligente, emesso in attuazione al POR-FESR 2014-2020 (CUP E31F18001040007)

Per info: [matteo.zatti@polimi.it](mailto:matteo.zatti@polimi.it)

