

Attività:

Servizio di predisposizione di un catalogo di interventi in campo energetico da utilizzarsi come misure di compensazione ambientale

Servizio conferito con d.d. 6048 del 11/11/2022 rep. 797 - C.I.G. n. Z753837C26 – TRATTATIVA N. 3248449.

Committente: Città Metropolitana di Torino

Contraente: Dipartimento Energia, Politecnico di Torino

Referenti scientifici: Prof. Andrea Lanzini, Prof.ssa Cristina Becchio

Responsabile del contratto: Prof. Andrea Lanzini

Collaboratori: ing. Sabatino Galluccio, arch. Carola Lingua, ing. Maria Cristina Pinto

Catalogo di interventi in campo energetico da utilizzarsi come misure di compensazione ambientale

1. SCOPO DELL'ATTIVITÀ	3
2. BACKGROUND 4	
3. GLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO QUALI MISURE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE	6
4. FOCUS SULLA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	9
PREMESSA	9
MECCANISMI DI VENDITA, VALORIZZAZIONE ED INCENTIVAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA IMPIANTI FER	10
RITIRO DEDICATO (RID)	11
SCAMBIO SUL POSTO (SSP).....	12
CONFIGURAZIONI PER L'AUTOCONSUMO DIFFUSO	13
COMUNITÀ ENERGETICA RINNOVABILE (CER)	14
AUTOCONSUMATORE INDIVIDUALE DI ENERGIA RINNOVABILE "A DISTANZA" CHE UTILIZZA LA RETE DI DISTRIBUZIONE	18
GLOSSARIO (IN RIFERIMENTO AI MECCANISMI DI VALORIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE)	20

1. Scopo dell'attività

La Città Metropolitana di Torino nell'ambito delle sue attività istituzionali coordina il processo di definizione delle opere di compensazione ambientale che devono essere eseguite a seguito della realizzazione di progetti e dell'elaborazione di piani. Uno degli obiettivi principali, che si perseguono con la progettazione di un'opera, è costituito dalla possibilità di evitare o minimizzare gli impatti negativi. Le misure di compensazione sono, conseguentemente, gli interventi finalizzati a compensare gli impatti che non possono essere evitati in fase di progettazione e di realizzazione di un'opera e che vengono realizzati appunto a titolo di "compensazione" ambientale.

Il servizio prevede la predisposizione di un **catalogo di interventi in campo energetico volti all'efficientamento o rinnovamento dei sistemi di produzione dell'energia, alla riduzione dei consumi finali e alla promozione dell'uso di fonti rinnovabili**, interventi che possano essere proposti e realizzati come misure di compensazione ambientale laddove si ritenga opportuno.

Nello specifico, il catalogo contiene la descrizione di alcuni possibili interventi piuttosto comuni e realizzabili a titolo di compensazione ambientale in campo energetico. Gli interventi sono presentati sotto forma di scheda, costituita da una descrizione dell'intervento proposto, dalla definizione delle azioni da mettere in campo per realizzare l'intervento stesso, da alcuni esempi ed immagini rappresentative, da una stima dei costi di realizzazione e dei relativi risparmi in termini energetici e di emissioni.

È stato, inoltre, richiesto un focus specifico sulla possibilità di utilizzare il modello di comunità energetica rinnovabile nell'ambito degli interventi di compensazione ambientale indicando benefici, criticità realizzative e modalità di realizzazione.

2. Background

Gli allarmi lanciati dal *Panel Intergovernativo sul Cambiamento Climatico* (IPCC) sulle conseguenze dell'attuale crisi climatica non sono più solo avvertimenti, ma costituiscono la realtà. L'aumento esponenziale della concentrazione nell'atmosfera di gas ad effetto serra, prodotti dalle attività umane, costituisce la principale causa del surriscaldamento globale, che rende sempre più frequenti fenomeni di inondazioni, siccità, incendi ed estinzione di specie animali e vegetali. Il decennio 2011-2020 è stato il più caldo mai registrato, con una temperatura media globale di 1,1°C al di sopra dei livelli preindustriali nel 2019.

La comunità internazionale ha riconosciuto la necessità di limitare l'innalzamento della temperatura globale a 1,5°C e ha proposto delle strategie di mitigazione finalizzate ad azzerare le emissioni globali entro il 2050. In particolare, la crescente preoccupazione per i potenziali effetti del cambiamento climatico ha spinto la Commissione Europea a definire nel 2019 il *Patto Verde europeo*¹, un pacchetto di iniziative strategiche riguardanti clima, ambiente, energia, trasporti, industria, agricoltura e finanza sostenibile, per conseguire la neutralità climatica entro il 2050, ovvero un'economia europea con emissioni nette di gas serra pari a zero.

Tenendo conto che il 75% delle emissioni di gas a effetto serra dell'Unione Europea è riconducibile alla produzione ed all'uso di energia, la decarbonizzazione dei sistemi energetici è stata progressivamente riconosciuta come una priorità assoluta nelle recenti politiche energetiche. Nella *Energy Roadmap2050*² la Commissione ha tracciato una visione strategica a lungo termine per la decarbonizzazione del comparto energetico al 2050. La roadmap delinea una tabella di marcia per sviluppare un settore energetico sicuro, competitivo ed a basse emissioni di carbonio, individuando come interventi cruciali l'aumento sia dell'efficienza energetica che della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili.

La pandemia di COVID-19 ha provocato cambiamenti senza precedenti nel settore edilizio con un forte calo della domanda di costruzioni nelle principali economie mondiali, la chiusura di interi edifici adibiti a luoghi di lavoro a causa del lockdown, la carenza di manodopera e di materiali, con il conseguente più grande calo di emissioni di CO₂ dell'ultimo decennio. Nel 2021, le attività del settore delle costruzioni sono tornate ai livelli pre-pandemici nella maggior parte delle principali economie, in cui si è instaurato un uso ancora più energivoro degli edifici, che hanno riaperto quali luoghi di lavoro, mantenendo contemporaneamente la modalità in smart working. Inoltre, le economie emergenti hanno aumentato l'utilizzo di combustibili fossili a servizio degli edifici. Di conseguenza, la domanda energetica del costruito è aumentata di circa il 4% rispetto al 2020, determinando il più grande aumento negli ultimi 10. Le relative emissioni di CO₂ hanno raggiunto il massimo storico di circa 10 GtCO₂, circa il 5% in più rispetto al 2020 e il 2% in più rispetto al picco avuto nel 2019. Considerando anche le emissioni derivanti dalla produzione dei materiali da costruzione, il settore edile nel 2021 rappresenta circa il 37% delle emissioni mondiali di CO₂. In aggiunta, il 65% del parco immobiliare europeo è stato costruito prima del 1980 e, attualmente, la

¹ Commissione Europea, *Il Green Deal europeo*, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, COM(2019) 640, 11.12.2019.

² Commissione Europea, *Tabella di marcia per l'energia 2050*, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, COM(2011) 885, 15.12.2011.

ristrutturazione interessa ogni anno solo lo 0,4-1,2% dello stock edilizio: ne deriva che il conseguimento degli obiettivi energetici e climatici europei sia fortemente legato al rinnovamento e all'adeguamento energetico del parco immobiliare esistente. Infine, in media le persone trascorrono il 90% del tempo al chiuso e la qualità dell'ambiente interno influisce sulla loro salute e sul loro benessere: anche questo elemento contribuisce ad aumentare la necessità di migliorare le prestazioni energetiche degli edifici esistenti, incrementandone allo stesso tempo la qualità dell'ambiente interno.

Per dare grande impulso alla ristrutturazione del parco edilizio europeo, la Commissione ha lanciato nel 2020 la strategia *Ondata di ristrutturazioni per l'Europa* al fine di raddoppiare gli attuali tassi di riqualificazione degli edifici nel corso dei prossimi dieci anni, valorizzando il significativo potenziale di risparmio energetico presente nel settore dell'edilizia e affrontando al contempo il problema della povertà energetica attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici. Gli Stati Membri sono quindi esortati a promuovere interventi di ristrutturazione "profonda", che comportino sia l'efficientamento dell'involucro edilizio e la sostituzione degli impianti di riscaldamento/raffrescamento ad alta intensità di emissioni o inefficienti sotto il profilo energetico, e sia l'introduzione di impianti che sfruttino le fonti energetiche rinnovabili collocati sui tetti o in prossimità degli edifici, favorendo una progressiva elettrificazione dei consumi e accelerando così la strategia per l'azzeramento delle emissioni nette. Inoltre, nell'ambito legislativo definito dalla Commissione Europea, la *Direttiva UE 2018/844 sulla Prestazione Energetica degli Edifici* e la *Direttiva UE 2018/2002 sull'Efficienza Energetica* sono state riviste nel quadro del pacchetto *Energia pulita per tutti gli Europei*³ e supportano la decarbonizzazione del parco immobiliare di ogni Stato membro entro il 2050. Le disposizioni contenute in tali direttive sono volte ad accelerare il miglioramento dell'efficienza energetica nell'edilizia, promuovendo politiche e azioni volte all'aumento delle ristrutturazioni profonde per la trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero", cioè edifici ad altissima prestazione energetica, caratterizzati da un basso fabbisogno energetico, che viene coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili. In particolare, le misure di efficientamento energetico possono essere raggruppate secondo uno schema piramidale. Alla base della piramide si trovano le azioni di riduzione della domanda di energia termica e frigorifera attraverso corrette soluzioni d'involucro e di ventilazione, a cui sono associati i più grandi potenziali di risparmio, successivamente è opportuno prendere in considerazione l'incremento dell'efficienza dei sistemi energetici a servizio dell'edificio, e, in ultima analisi, è opportuno coprire, per intero o in larga parte, la rimanente richiesta di energia attraverso l'uso di fonti energetiche rinnovabili. Questa sequenza trova anche riscontro nella logica del flusso di valutazione della prestazione energetica di un edificio in ambito normativo, che parte dalla determinazione del fabbisogno ambientale di energia per riscaldamento e raffrescamento ambientale (che rappresenta le performance dell'involucro edilizio), passa attraverso le efficienze impiantistiche alla valutazione consumo energetico dei combustibili e degli altri vettori energetici, per poi determinare la quota di energia coperta da fonti energetiche rinnovabili.

³ Commissione Europea, *Energia pulita per tutti gli europei*, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, COM(2016) 860, 30.11.2016.

La Commissione Europea supporta, inoltre, un processo di rapida transizione energetica, ovvero un passaggio da un sistema basato sulle fonti fossili ad un nuovo modello energetico sostenibile basato sulla produzione da fonti rinnovabili e sulla spinta all'elettrificazione dell'intero comparto energetico. Si prevede infatti che, grazie allo sviluppo tecnologico e alla crescente diffusione di impianti fotovoltaici ed eolici, possa aumentare considerevolmente la percentuale di copertura dei consumi finali da energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nei settori di edilizia, mobilità e produzione industriale.

Un recente report dell'International Energy Agency⁴ mostra che in uno scenario mondiale ad energia netta zero la fornitura di energia per il riscaldamento ambientale negli edifici residenziali prevederà l'eliminazione delle caldaie a carbone e a gasolio entro il 2025 ed una diminuzione delle caldaie alimentate a gas naturale, con un passaggio dal 30% attuale a meno dello 0,5% nel 2050. Contemporaneamente, la copertura elettrica del riscaldamento ambientale degli edifici residenziali passerà dal 20% attuale al 35% nel 2030 e al 55% nel 2050, con la restante quota coperta tramite teleriscaldamento, solare termico e biomassa. L'elettrificazione e l'efficientamento degli edifici porteranno ad una diminuzione delle emissioni di CO₂ del 70% entro il 2050.

3. Gli interventi di efficientamento energetico quali misure di compensazione ambientale

A fronte del contesto sopra descritto si ritiene, quindi, opportuno finalizzare le compensazioni ambientali all'interno dell'ambito della Città Metropolitana ad interventi di efficientamento energetico degli edifici. Per questo motivo è stato creato un catalogo di interventi in campo energetico da utilizzarsi come misure di compensazione ambientale. Come già descritto nel paragrafo precedente, all'interno del catalogo sono riportate le schede di alcuni interventi di efficientamento energetico piuttosto comuni e facilmente realizzabili.

Gli interventi proposti nelle diverse schede seguono lo schema piramidale, precedentemente descritto, delineato dalla Commissione Europea:

- Passo 1 - diminuzione della domanda di energia dell'edificio con interventi sull'involucro edilizio;
- Passo 2 - incremento dell'efficienza energetica degli impianti a servizio dell'edificio;
- Passo 3 - copertura di larga parte dei consumi con fonti rinnovabili.

In dettaglio, occorre prima di tutto attivare strategie per ridurre la domanda di energia dell'edificio. Fermo restando la garanzia degli adeguati livelli di comfort interno, l'approccio di efficientamento interviene come primo step sulla riduzione della domanda di riscaldamento e raffrescamento ambientale migliorando le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio nelle sue diverse componenti tecnologiche. Per il raggiungimento di una razionale riduzione della domanda di energia è necessario il bilanciamento nelle soluzioni scelte per l'involucro edilizio tra una equilibrata distribuzione di superfici opache e trasparenti (in funzione degli orientamenti e della razionale valorizzazione degli apporti solari in regime

⁴ International Energy Agency (2021). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. Paris. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

di riscaldamento), un adeguato livello di isolamento termico e di capacità termica, una corretta identificazione e uso di tecnologie di schermatura solare (per evitare sovra-temperature e limitare la domanda in regime di raffrescamento). In termini di riduzione della domanda di energia sono state sviluppate le seguenti schede.

ID Scheda	Tipologia intervento
1.1	Sostituzione dei serramenti
1.2	Realizzazione dell'isolamento termico delle strutture opache verticali con sistema a cappotto esterno
1.3	Realizzazione dell'isolamento termico delle strutture opache verticali tramite insufflaggio
1.4	Rifacimento dell'intonaco con intonaco innovativo termoisolante
1.5	Realizzazione dell'isolamento termico delle strutture opache orizzontali

Una volta ridotta la domanda di energia, la quota richiesta dovrà essere soddisfatta attraverso l'impiego di soluzioni energetico-impianistiche ad alta efficienza, opportunamente integrate con produzione di energia da fonti rinnovabili. Inoltre, l'introduzione di un più ampio uso degli strumenti di digitalizzazione nell'edificio, ai fini sia di monitoraggio, che di regolazione/controllo, completa il quadro rispetto al quale orientare gli edifici ad alta prestazione energetica e sostenibilità ambientale. L'incremento dell'efficienza energetica nei sistemi di generazione dei fluidi termovettori ha visto, recentemente, un'evoluzione significativa. L'innovazione è stata trainata dagli sviluppi normativi, in particolare dalla richiesta, a partire dal 1° gennaio 2019, che almeno il 50% della domanda energetica di un edificio per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria sia coperta da fonti rinnovabili. Per raggiungere gli obiettivi proposti da una legislazione sempre più esigente, le fonti rinnovabili tendono a ricoprire un ruolo sempre più importante nel progetto del sistema energetico di un edificio, in quanto la loro integrazione con sistemi di climatizzazione ad alta efficienza permette di rispettare gli obblighi normativi, con particolare riferimento ai fabbisogni per riscaldamento e acqua calda sanitaria. Questo ha portato, conseguentemente, ad un'ampia diffusione sul mercato di sistemi basati su pompe di calore, capaci di recuperare parte del calore fornito agli ambienti interni da bacini di risorse naturali (aria esterna, acque superficiali e sotterranee, terreno) considerati, a partire dalla Direttiva 2009/28/CE⁵ come fonti di energia rinnovabili. Le pompe di calore possono svolgere un ruolo centrale nel guidare la transizione verso l'adozione di soluzioni energetiche pulite (come previsto anche dall'Energy Technology Perspectives dell'IEA⁶), grazie al loro elevato livello di maturità tecnologica e alla conseguente possibilità di implementazione su larga scala nel breve termine.

Infine, negli ultimi anni, il raggiungimento della quota minima di copertura da fonti rinnovabili è stato certamente favorito da un fabbisogno molto limitato di energia per raffrescamento,

⁵ Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, ora sostituita dalla Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

⁶ IEA, Energy Technology Perspectives. Da: <https://www.iea.org/topics/energy-technology-perspectives>

poiché la maggioranza degli edifici principalmente residenziali non prevede, almeno nella fase di calcolo di progetto, l'installazione di sistemi per la climatizzazione estiva. Tuttavia in futuro, a fronte del cambiamento climatico, i fabbisogni per raffrescamento cresceranno sempre di più e questo porterà ad una massiva installazione di sistemi di raffrescamento. Per questo motivo negli interventi proposti nelle schede è stata inserita anche l'installazione della pompa di calore reversibile e di quella polivalente, che permettono di coprire sia il fabbisogno per riscaldamento che quello per raffrescamento. L'inserimento di un impianto di raffrescamento è proposto solo se accoppiato alla necessità di sostituire il generatore di calore esistente perché obsoleto. In termini di incremento dell'efficienza energetica degli impianti a servizio degli edifici sono state sviluppate le seguenti schede.

ID Scheda	Tipologia intervento
2.1	Sostituzione di sorgenti e apparecchi di illuminazione pubblica
2.2	Sostituzione dell'impianto di generazione con pompa di calore
2.3	Implementazione di sistemi di regolazione a controllo per impianti

Quantificare il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai singoli interventi è difficile perché tale quantificazione dipende dallo stato originario dell'edificio esistente e dalle tecnologie utilizzate per la messa in opera dell'intervento. Inoltre, al fine di ottenere un significativo efficientamento dell'edificio esistente è quanto mai opportuno agire, come indicato sopra, riducendo prima la domanda di energia dell'edificio stesso (intervenendo sull'involucro edilizio) e poi incrementando l'efficienza dei sistemi impiantistici, sfruttando così la combinazione sinergica di più interventi. Per questo motivo, a valle delle schede relative all'incremento dell'efficienza energetica è stata inserita una scheda riepilogativa in cui vengono applicate più misure di efficientamento ad un edificio multipiano appartenente a tre epoche costruttive differenti. Nella scheda è riportato un intervallo di risparmio espresso in termini di fabbisogno ambientale (dovuto agli interventi sull'involucro) e di energia primaria (dovuto alla totalità degli interventi, su involucro e impianto).

A seguito della diminuzione della domanda di energia associata all'involucro e dell'incremento dell'efficienza dei sistemi impiantistici, l'ultimo step dell'efficientamento energetico prevede la copertura di larga parte dei consumi dell'edificio attraverso lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili (FER).

Di seguito vengono proposti alcuni possibili interventi da utilizzarsi come compensazione ambientale, partendo dall'autoproduzione di energia elettrica da impianti FER. Gli interventi si differenziano per tipologia di impianto FER installato (fotovoltaico, idroelettrico) e per tipologia di meccanismo di vendita, valorizzazione ed incentivazione dell'energia elettrica autoprodotta ed immessa in rete (RID, SSP, configurazione di autoconsumatore a distanza che sfrutta la rete pubblica, CER); inoltre, alcuni degli interventi qui proposti prevedono l'autoconsumo fisico di parte dell'energia prodotta dagli impianti da parte dell'utenza cui l'impianto è asservito, che risultano in un minor prelievo di energia elettrica dalla rete per l'utenza e quindi una conseguente riduzione della bolletta. In termini di copertura dei consumi attraverso lo sfruttamento di fonti rinnovabili sono state sviluppate le seguenti schede.

ID Scheda	Tipologia intervento	Taglia impianto [kW]	Meccanismo di vendita, valorizzazione ed incentivazione	Produttore
3.1	Installazione impianto fotovoltaico su edificio pubblico	15.4	Scambio sul posto (SSP)	Pubblica Amministrazione
3.2	Installazione impianto fotovoltaico su edificio pubblico	153.9	Comunità energetica rinnovabile (CER) + Ritiro dedicato (RID)	Pubblica Amministrazione
3.3	Installazione impianto mini-idroelettrico su canale irriguo	35	Comunità energetica rinnovabile (CER) + Ritiro dedicato (RID)	Pubblica Amministrazione
3.4	Installazione impianto fotovoltaico su edificio pubblico	61.7	Autoconsumatore individuale di energia rinnovabile a distanza che sfrutta la rete di distribuzione	Pubblica Amministrazione

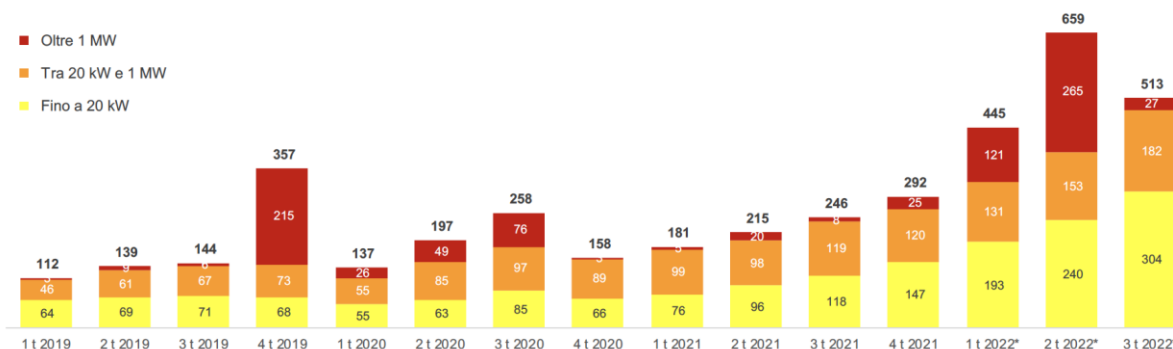
4. Focus sulla produzione di energia da fonte rinnovabile

Premessa

La produzione di energia elettrica da fonti di energia rinnovabili (FER) avviene, ad oggi, prevalentemente attraverso impianti fotovoltaici, impianti eolici e impianti idroelettrici. La nuova capacità installata è però soprattutto legata a nuovi impianti fotovoltaici ed eolici. Nell'ultimo triennio la capacità installata di impianti rinnovabili è tornata a crescere, come si vede nel grafico di Figura 1.

Potenza trimestralmente installata degli impianti fotovoltaici (MW)

Per trimestre e classe di potenza



Fonte: TERNA, GSE

(*) stima preliminare

Figura 1. Nuova potenza installata per impianti fotovoltaici (fonte: GSE, Rapporto trimestrale Energia e Clima, 2022)

Per la nuova capacità installata di taglia fino a 1 MW, l'incentivo di riferimento è in prospettiva quello dell'autoconsumo individuale o condiviso di energia rinnovabile⁷. Il meccanismo di scambio sul posto è previsto, invece, sia abrogato nel 2024.

Meccanismi di vendita, valorizzazione ed incentivazione dell'energia elettrica prodotta da impianti FER

La produzione di energia elettrica da impianti FER comporta, oltre a benefici ambientali diretti legati alla riduzione delle emissioni di CO₂, dei benefici economici, ovvero ulteriori risorse economiche che possono essere re-investite in interventi a protezione dell'ambiente.

Il beneficio può essere legato *in primis* all'eventuale autoconsumo fisico dell'energia autoprodotta dall'impianto FER da parte dell'utenza cui è asservito l'impianto stesso. Ciò riduce la quota di energia prelevata dalla rete, e si traduce in un risparmio in bolletta per l'utenza in questione che si configura come un 'consumatore-produttore' (Figura 2).

⁷ Vedasi la consultazione pubblica del Ministero dell'Ambiente e la Sicurezza Energetica dal titolo 'Attuazione della disciplina per la regolamentazione degli incentivi per la condivisione dell'energia di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199 (Comunità energetiche e sistemi di autoconsumo – impianti di potenza fino a 1 MW)'.

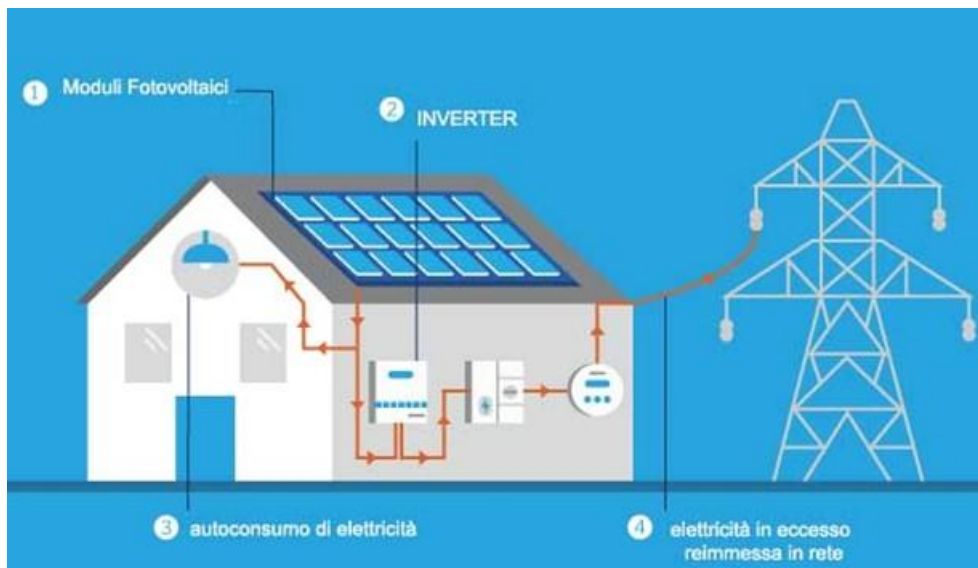


Figura 2. Esempio di un'utenza del tipo 'consumatore-produttore'⁸

Per la quota di energia non autoconsumata fisicamente (sul posto), è possibile accedere a diversi meccanismi di vendita (ad es. il ritiro dedicato, RID) e di valorizzazione ed incentivazione dell'energia elettrica prodotta ed immessa nella rete pubblica (ad es., scambio sul posto SSP, configurazioni per l'autoconsumo diffuso). Tali meccanismi in taluni casi sono alternativi (come SSP e RID), oppure sono tra loro compatibili, permettendo quindi di usufruire dei vantaggi economici ad essi correlati – è questo, ad esempio, il caso di RID e l'incentivo per le configurazioni di comunità energetica rinnovabile (CER), uno degli schemi di autoconsumo diffuso introdotti dal D.lgs. 199/21).

Di seguito verranno brevemente presentati alcuni di questi meccanismi, utilizzati per la formulazione dei possibili interventi di compensazione ambientale.

Ritiro dedicato (RID)

Il meccanismo di Ritiro Dedicato (RID) è uno strumento semplificato e alternativo alla vendita di diretta a mercato, a disposizione dei produttori, per la commercializzazione dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete; l'energia elettrica prodotta in surplus viene pertanto ceduta al GSE ad un prezzo non negoziabile e definito dall'Autorità, pari al prezzo zonale orario che si forma sul Mercato del Giorno Prima (MGP) ovvero, nel caso di impianti di produzione connessi a reti non interconnesse, al Prezzo Unico Nazionale (PUN), corrisposto sulla base del profilo orario di immissione del singolo impianto di produzione (Figura 3). Nel 2020, il prezzo zonale orario medio era intorno ai 40 €/MWh, nel 2022 è salito a 300 €/MWh.

⁸ <https://www.simulatorefotovoltaico.com/cos-e-pannello-fotovoltaico-funzionamento/>

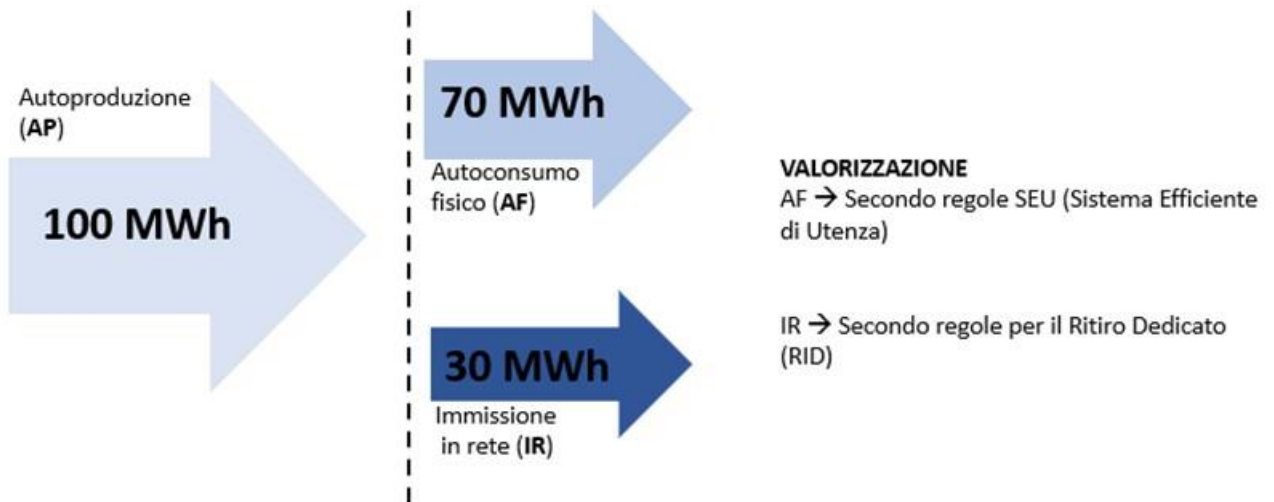


Figura 3. Esempio di valorizzazione economica per una configurazione SEU⁹ che accede al regime di Ritiro Dedicato (RID)

Scambio sul posto (SSP)

Per la configurazione di produttore-consumatore, è in genere preferibile la configurazione di scambio sul posto (SSP), che non risulta compatibile con il ritiro dedicato. Tale configurazione mantiene il risparmio in bolletta per la quota autoconsumata, e consente la valorizzazione dell'energia elettrica non autoconsumata ed immessa in rete. In base a questo meccanismo, la rete rappresenta una sorta di accumulo virtuale dell'energia autoprodotta e non consumata sul posto istantaneamente (fisicamente), e si parla pertanto di energia 'in conto scambio' per la quota complessivamente scambiata con la rete su base annua, e per la quale il GSE (Gestore dei Servizi Energetici) eroga il contributo in conto scambio C_s .

Per il calcolo del contributo in conto scambio la formula da utilizzare è la seguente¹⁰.

$$C_s = \min[O_E ; C_{EI}] + CU_{sf} \times E_s$$

C_s : contributo in conto scambio [€];

O_E : Onere annualmente sostenuto per l'acquisto dell'energia elettrica prelevata, calcolato come prodotto tra la quantità di energia elettrica prelevata e il Prezzo Unico Nazionale (PUN);

C_{EI} : Controvalore dell'energia elettrica immessa, calcolato come prodotto tra la quantità di energia elettrica immessa e il Prezzo Zonale Orario (PZ, che si forma nel mercato del giorno prima MPG);

CU_{sf} : Corrispettivo unitario di scambio forfetario annuale, che contiene alcuni oneri addebitati generalmente in bolletta e le tariffe di trasmissione, distribuzione e dispacciamento dell'energia;

⁹ Sistemi formati da impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili direttamente connessi all'unità di consumo dell'utente tramite un collegamento privato; tale sistema è a sua volta collegato tramite almeno un punto di connessione alla rete pubblica (D.lgs. 115/08).

¹⁰ GSE -Determinazione del contributo in conto scambio C_s ai sensi dell'articolo 12 dell'Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/efr e s.m.i. – Regole Tecniche

E_S : Energia elettrica annualmente scambiata con la rete, pari al valore minimo tra l'energia immessa in rete e l'energia prelevata.

Il valore dell'onere energia O_E viene calcolato su base mensile, utilizzando i consumi mensili dell'utenza ed un valore medio del PUN nel mese considerato, mentre il controvalore dell'energia elettrica immessa C_{EI} viene calcolato su base oraria se i dati di immissione sono disponibili con dettaglio orario, altrimenti su base mensile se i dati di misura sono forniti come aggregato mensile (in questo caso il prezzo zonale orario utilizzato è la media dei prezzi zonali orari del mese considerato).

In questo modo l'energia immessa ottiene una valorizzazione media di circa 130 €/MWh (comprensiva del corrispettivo per oneri e tariffe), supponendo che prezzo zonale orario e PUN siano sostanzialmente comparabili e che l'energia immessa non sia superiore all'energia prelevata dalla rete. Alla luce di queste considerazioni, la valorizzazione economica dell'esempio in Figura 4 sarebbe pari a 3.900 €, oltre al risparmio conseguito per l'autoconsumo fisico che evita il prelievo di energia dalla rete.

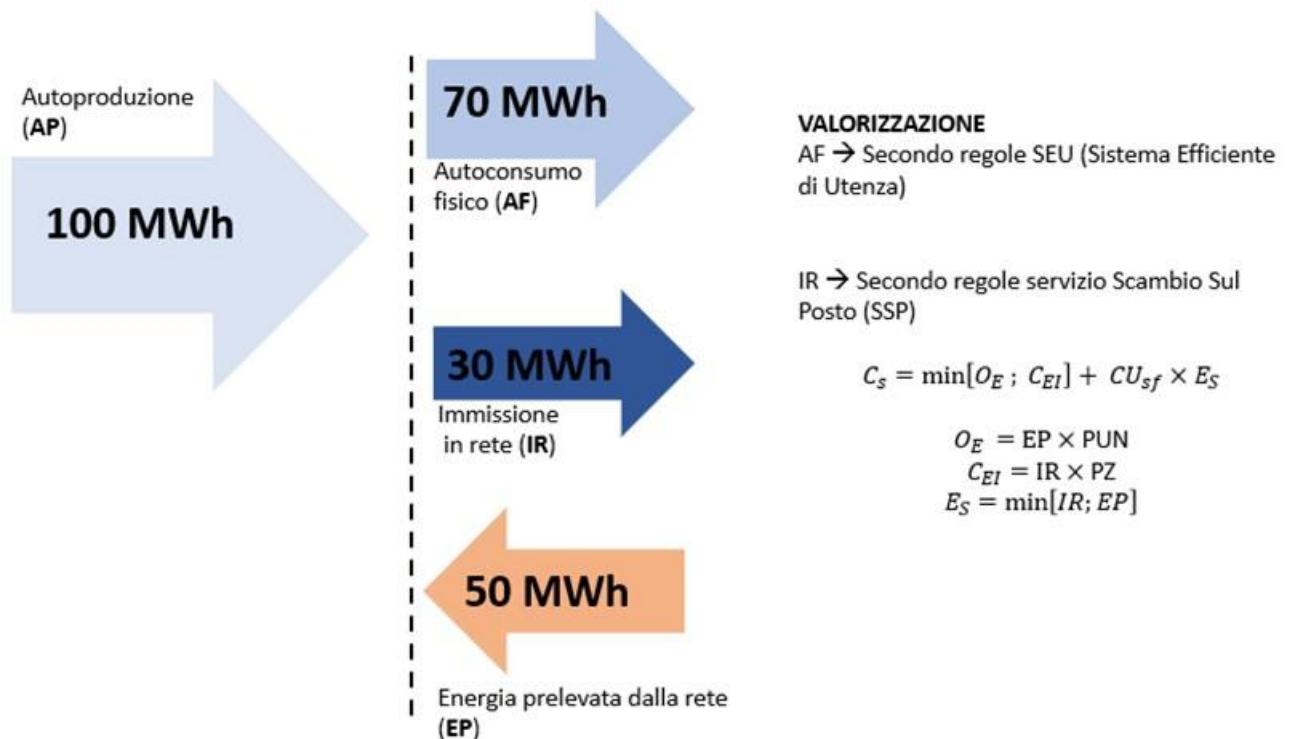


Figura 4. Esempio di valorizzazione economica per una configurazione SEU che accede al regime di scambio sul posto

Configurazioni per l'autoconsumo diffuso

Le configurazioni per l'autoconsumo diffuso sono state definite dai d.lgs. 199/21 e 210/21 e si basano sulla produzione (di uno o più produttori) e il consumo (di uno o più utenti finali) di energia elettrica su base oraria, sfruttando la rete pubblica di distribuzione; tale energia prende il nome di **energia condivisa** (energia prodotta ed autoconsumata su base oraria),

definita come il minimo su base oraria tra l'energia immessa in rete e l'energia prelevata dai partecipanti alla configurazione.

L'energia condivisa così definita è oggetto di **incentivazione**, a patto che i punti di connessione (POD) facenti parte della configurazione di autoconsumo diffuso (produttori e utenti finali) siano ubicati nella porzione di rete di distribuzione che afferisca alla stessa cabina primaria.

Le configurazioni per l'autoconsumo diffuso sono:

- autoconsumatore individuale di energia rinnovabile "a distanza" con linea diretta che sceglie il trattamento previsto per l'autoconsumo a distanza su rete di distribuzione;
- autoconsumatore individuale di energia rinnovabile "a distanza" che utilizza la rete di distribuzione;
- cliente attivo "a distanza" che utilizza la rete di distribuzione;
- gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente;
- gruppo di clienti attivi che agiscono collettivamente;
- comunità energetica rinnovabile o comunità di energia rinnovabile (CER);
- comunità energetica dei cittadini.

Ciascuna di queste configurazioni si basa sul concetto di energia condivisa, pur avendo ognuna proprie peculiarità che portano a preferire una configurazione piuttosto che un'altra a seconda delle specifiche esigenze.

Comunità energetica rinnovabile (CER)

Le comunità di energia rinnovabile (CER) sono state introdotte dal Decreto Legislativo dell'8 novembre 2021, n. 199 e sono dei soggetti giuridici che prevedono la partecipazione di un'ampia gamma di utenti finali (persone fisiche, autorità locali, enti territoriali ecc.), i quali condividono l'energia prodotta da impianti a fonte rinnovabile; l'obiettivo delle CER è fornire benefici sociali, economici e ambientali ai membri o al territorio su cui insistono.

Sull'energia condivisa (prodotta e autoconsumata su base oraria) viene corrisposta una tariffa incentivante dal GSE al referente (nel caso delle CER è la comunità stessa, essendo un soggetto giuridico), che provvederà a suddividere tale incentivo secondo dei criteri che è la comunità stessa a definire. I membri della CER, per beneficiare dell'incentivo, devono appartenere alla stessa cabina primaria e il singolo impianto di produzione deve essere di taglia inferiore ad 1 MW. La CER può avere anche un perimetro amministrativo più ampio (oltre la cabina primaria) ed estendersi per l'intera zona di mercato su cui insiste, andando a definire più configurazioni; ognuna di queste configurazioni farà riferimento alla propria cabina primaria ai fini di conteggiare e incentivare l'energia condivisa su base oraria. In Figura 5 è riportato un esempio semplice di calcolo di energia condivisa per una comunità formata da un produttore (produttore/consumatore) e due consumatori.

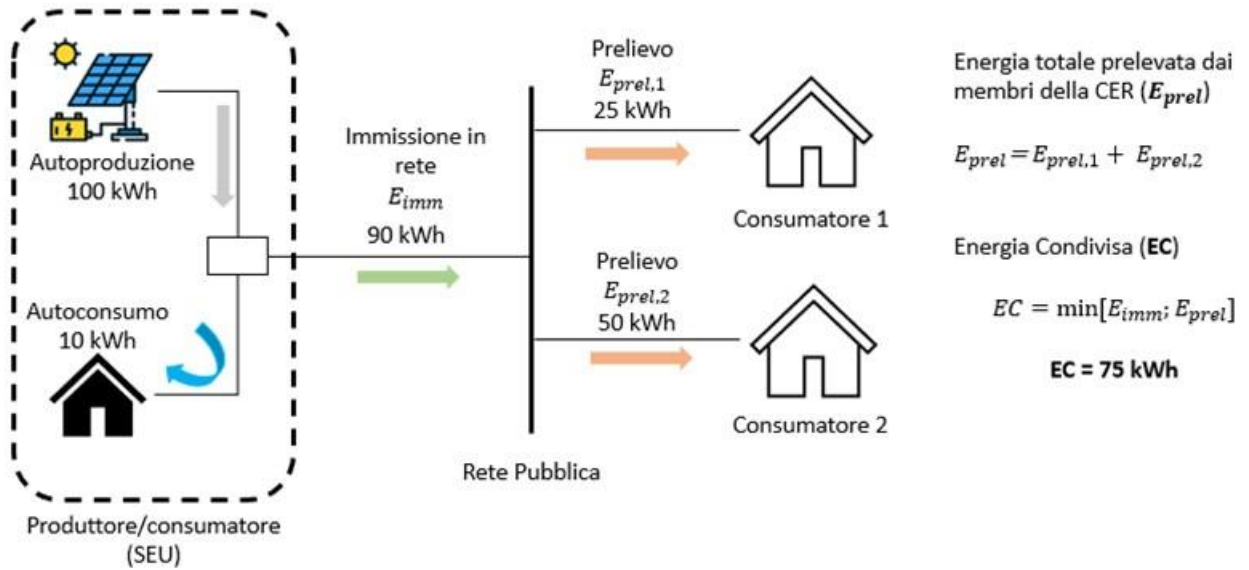


Figura 5. Esempio di calcolo dell'energia condivisa per una CER

Dal punto di vista della valorizzazione economica vi è un risparmio per autoconsumo fisico di cui beneficia il proprietario del POD cui l'impianto è collegato, ed un introito derivante dalla vendita dell'energia immessa in rete al prezzo di mercato o tramite il meccanismo di ritiro dedicato RID corrisposto al produttore (che può eventualmente non coincidere con il proprietario del POD); l'energia condivisa gode di un incentivo (pari a circa 118 €/MWh, cui si aggiungono 10 €/MWh nel caso di impianti fotovoltaici) destinato alla comunità (Figura 6).

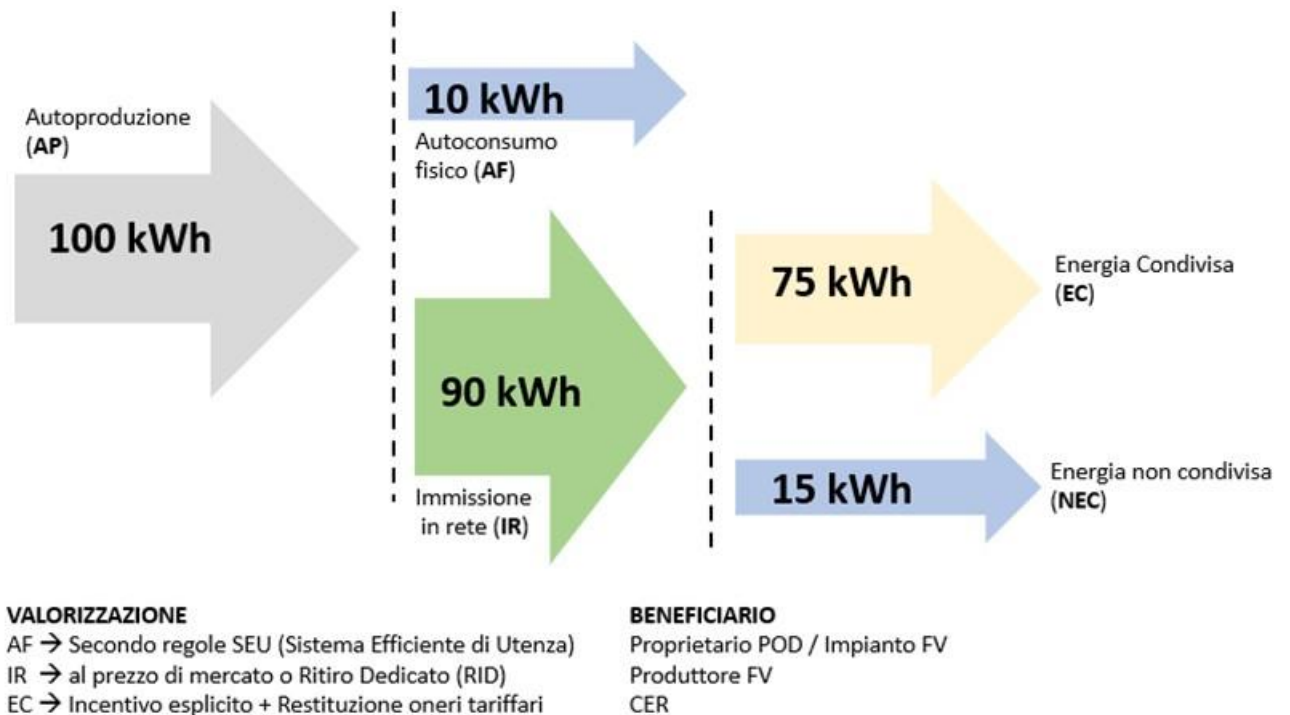


Figura 6. Esempio di valorizzazione economica per una CER e relativi beneficiari

La costituzione della CER richiede in una prima fase l'individuazione di uno o più soggetti promotori che propongono e portano avanti l'iniziativa sul territorio di interesse, e di soggetti da coinvolgere in qualità di membri, sia essi produttori che consumatori. In questa fase è necessario definire e approvare uno statuto della CER sulla base del soggetto giuridico scelto, che espliciti i benefici economici, sociali o ambientale che la CER vuole perseguire. Inoltre, dovranno essere definiti e approvati i regolamenti interni della CER sulla ripartizione dei benefici economici e sulla gestione delle spese della stessa.

Dimensionamento energetico della CER. Il dimensionamento energetico della CER è cruciale per garantirne la sostenibilità finanziaria. In tal senso, il parametro più critico di dimensionamento è la percentuale di energia condivisa **%EC**, ossia la quota di energia autoconsumata dai membri della CER rispetto alla quantità complessivamente immessa in rete dagli impianti di produzione.

$$\%EC = \frac{\sum EC_h}{\sum E_{imm_h}}$$

EC_h : Energia condivisa nell'ora h;

E_{imm_h} : Energia immessa in rete dagli impianti della comunità nell'ora h.

La contabilizzazione delle grandezze energetiche di interesse (immissioni in rete, prelievi, energia condivisa) è riferita ad una risoluzione oraria. I dati orari di consumo e produzione sono rilevati dal GSE tramite il distributore di energia. Per gli utenti finali dotati di contatori di seconda generazione, il dato di prelievo a regime viene contabilizzato ogni 15 minuti. Per i contatori per cui sono storicizzati soltanto i dati mensili (eventualmente riferiti alle tre fasce di consumo F1, F2 e F3 definite da ARERA), il GSE fornisce delle curve tipologiche (Figura 7) per tipologia di utenza, che permettono di stimare i consumi orari partendo dai dati mensili.

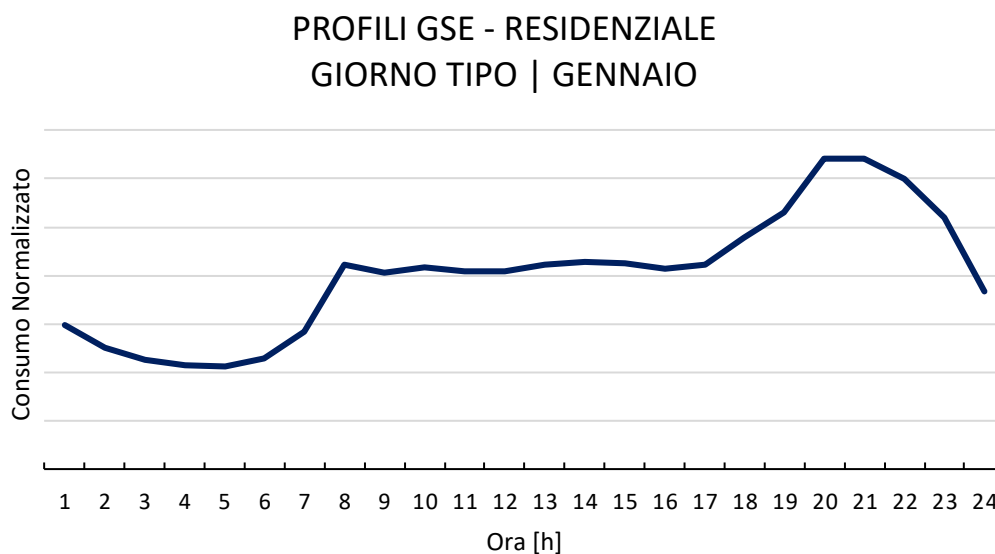


Figura 7. Curva tipologica normalizzata per il consumo orario di un'utenza domestica nel mese di gennaio.

Un buon valore target della percentuale di energia condivisa è l'80%, valore cui la CER dovrebbe tendere per assicurare una sostenibilità economico-finanziaria. In particolare, valori inferiori stanno ad indicare uno scarso utilizzo dell'energia immessa dagli impianti della CER in rete (e quindi scarsa condivisione e mancata incentivazione), suggerendo quindi di aggregare altri membri alla comunità; valori superiori all'80% possono indicare come i consumi della comunità siano abbondanti rispetto alla produzione energetica, andandola quasi a saturare; in questo caso sarebbe indicato installare altri impianti, soprattutto se si prevede di allargare la comunità ad altri membri.

A titolo di esempio, in Figura 8 è indicato come varia la percentuale di energia condivisa al variare degli utenti aggregati, nell'ipotesi di un impianto da 1 MW al servizio della CER e di utenti finali aggregati di tipo domestico; chiaramente, in un caso reale in cui ci siano anche utenze maggiormente energivore (es. utenze comunali e industriali) il numero di utenti finali da aggregare per arrivare ad una buona percentuale di energia condivisa può ridursi anche sensibilmente.

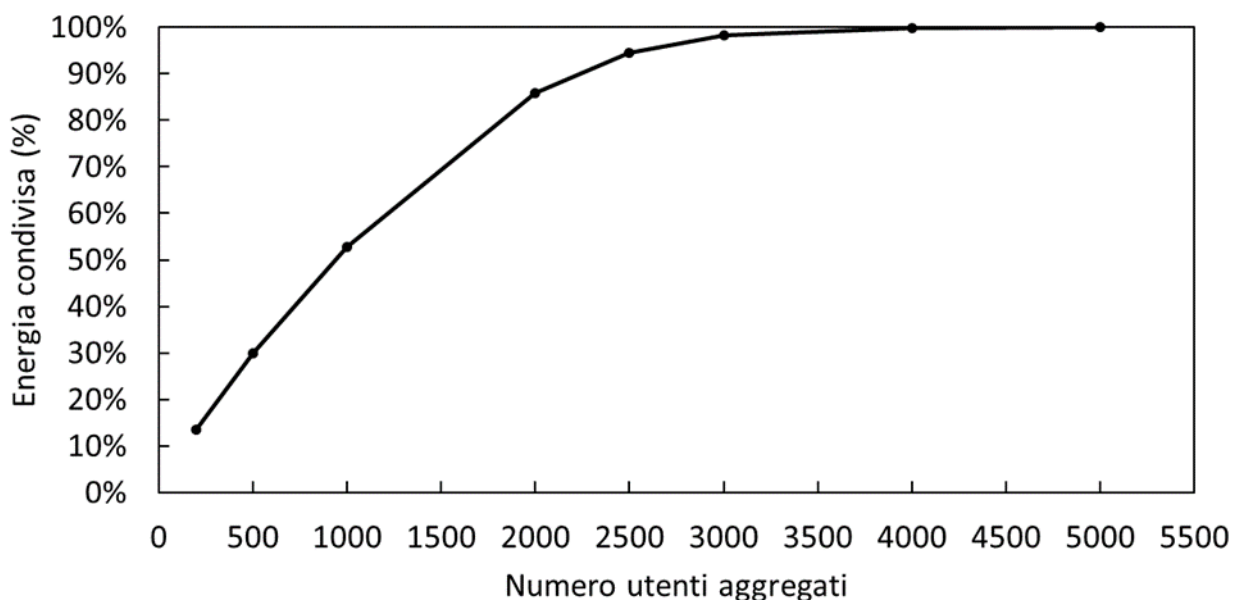


Figura 8. Andamento della percentuale di energia condivisa per la CER con impianto FV di taglia 1 MW al variare del numero di utenti finali domestici aggregati.

Aspetti economico/finanziari. I flussi di cassa relativi ad una configurazione di comunità energetica sono diversi, ed interessano i diversi soggetti partecipanti alla CER in funzione della struttura della stessa. In Figura 9 è rappresentato un caso di comunità in cui il soggetto promotore (es. Comune) si fa carico dell'acquisto e manutenzione di un impianto FER messo a disposizione della comunità.

Dal punto di vista della CER vi sarà un flusso di cassa in entrata relativo all'incentivo per l'energia condivisa (che potrà a tale scopo essere suddiviso tra i membri partecipanti alla configurazione, secondo regole stabilite dalla comunità stessa), e delle uscite relative alla gestione della comunità ed un contratto di fornitura di energia elettrica da corrispondere al proprietario dell'impianto, che mette a disposizione l'energia immessa dal proprio impianto per la condivisione; tale rapporto viene regolato tramite un contratto di diritto privato tra CER e produttore (in questo caso il Comune), e le due parti possono decidere liberamente che tipo di corrispettivo prevedere (ad esempio canone fisso, oppure un costo al kWh per l'energia

immessa in rete). Per quanto riguarda il Comune (produttore), avrà dei costi relativi all'acquisto e manutenzione dell'impianto, e delle entrate relative alla vendita dell'energia immessa in rete e al contratto di fornitura di energia elettrica stipulato con la comunità. Eventualmente, se l'impianto fosse connesso ad una propria utenza (es. uffici comunali), il Comune potrebbe anche beneficiare del risparmio relativo all'energia prodotta ed istantaneamente consumata in loco, che andrebbe a ridurre l'energia prelevata dalla rete (riduzione della bolletta).

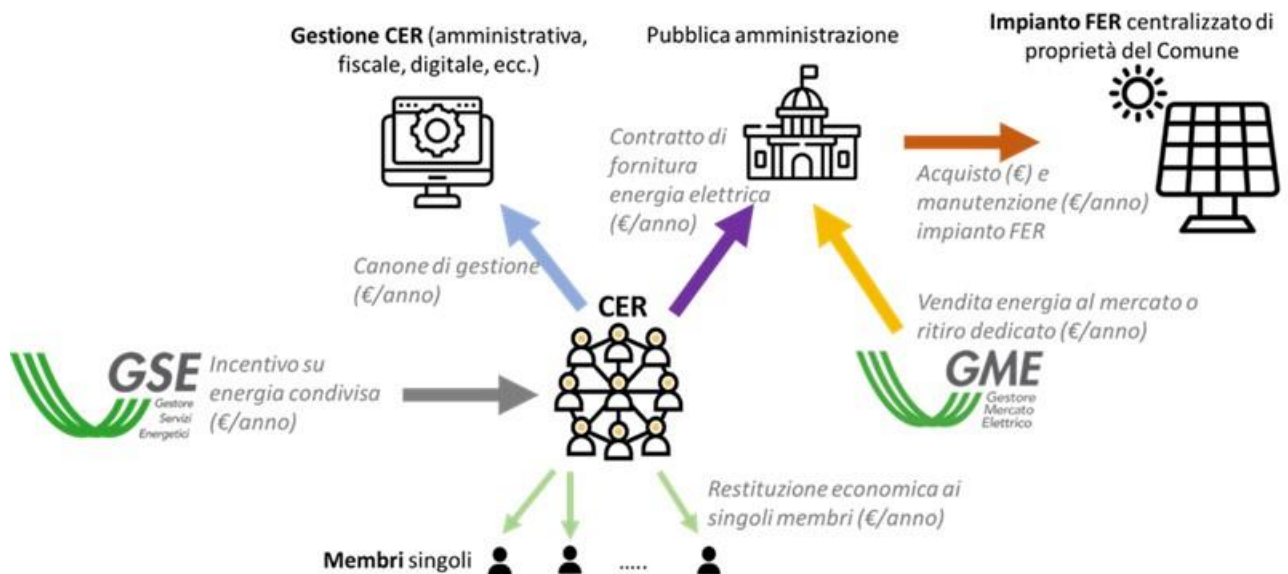


Figura 9. Configurazione di CER con impianto di messa a disposizione dalla pubblica amministrazione (lo schema evidenzia i flussi monetari salienti). La CER dovrà pertanto bilanciare con l'incentivo (tariffa premio) erogato dal GSE a suo favore i costi operativi della CER stessa (che includono costi amministrativi di gestione e il contratto di disponibilità dell'energia con il produttore) e la redistribuzione di benefici economici ai membri.

Autoconsumatore individuale di energia rinnovabile “a distanza” che utilizza la rete di distribuzione

Questa tipologia di configurazione per l'autoconsumo diffuso viene introdotta dal Decreto Legislativo dell'8 novembre 2021, n. 199, ed è caratterizzata da un cliente finale con una o più unità di consumo ed uno o più produttori con uno o più impianti di produzione; sia le unità di consumo che gli impianti di produzione sono ubicati in aree nella piena disponibilità del cliente finale.

Anche questa configurazione beneficia dell'incentivo per l'energia condivisa (ed autoconsumata), definita come il minimo, per ogni ora, tra l'energia immessa dagli impianti che rilevano per la configurazione e l'energia prelevata dal cliente finale; tale energia condivisa può essere incentivata se tutti i punti di connessione, ovvero gli impianti e le unità di consumo del cliente finale, sono ubicati nell'area sottesa alla medesima cabina primaria, ed il singolo impianto di produzione ha taglia inferiore ad 1 MW.

La configurazione qui descritta ben si può adattare al caso di un Comune (cliente finale) titolare di più punti di connessione/unità di consumo (es. uffici comunali, scuole), che può

decidere di costruire un impianto FER sul tetto di uno dei propri edifici e mettere così in condivisione l'energia prodotta e immessa con gli altri edifici (Figura 10).

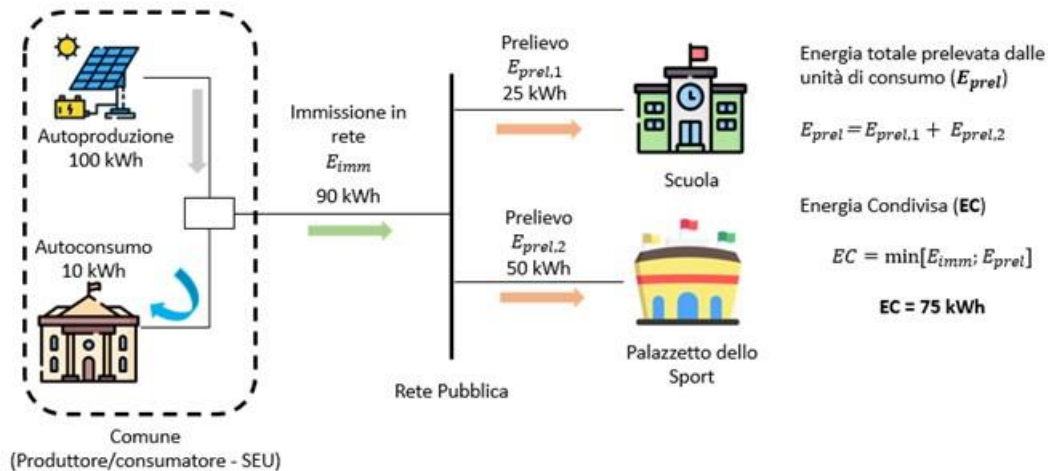


Figura 10. Esempio di calcolo dell'energia condivisa per una configurazione di autoconsumatore individuale a distanza

Dal punto di vista della valorizzazione economica vi è un risparmio per autoconsumo fisico di cui beneficia l'unità di consumo cui l'impianto è collegato, ed un introito derivante dalla vendita dell'energia immessa in rete al prezzo di mercato o tramite il meccanismo di ritiro dedicato RID corrisposto al produttore (che può eventualmente non coincidere con il cliente finale); l'energia condivisa gode di un incentivo (pari a circa 128 €/MWh) destinato al referente della configurazione, che nel caso dell'autoconsumatore individuale di energia rinnovabile a distanza che utilizza la rete di distribuzione, è il medesimo autoconsumatore/cliente finale¹¹ (Figura 11).

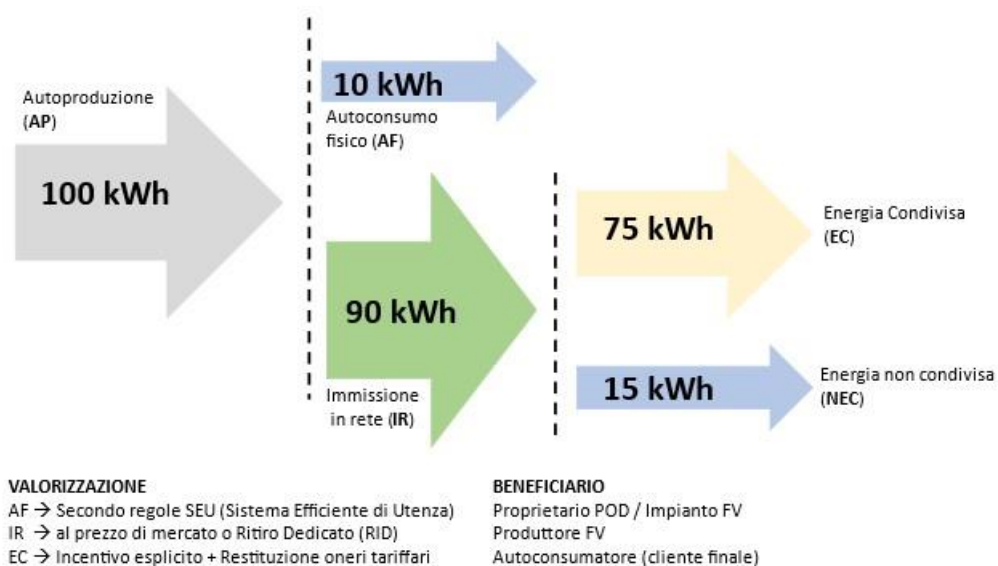


Figura 11. Esempio di valorizzazione economica per una configurazione di autoconsumatore individuale a distanza e relativi beneficiari.

¹¹ ARERA - 727-2022-R-eel – Testo Integrato sull'autoconsumo diffuso (TIAD)

Glossario (in riferimento ai meccanismi di valorizzazione dell'energia elettrica rinnovabile)

Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (ARERA)	Organismo indipendente che svolge, tra le varie funzioni che gli competono, l'attività di regolazione e di controllo negli ambiti dell'energia elettrica e del gas naturale.
Cabina primaria	Impianto elettrico che permette la trasformazione dell'energia elettrica ad alta/altissima tensione in ingresso ad energia elettrica in media tensione.
Comunità di energia rinnovabile (CER)	Soggetto giuridico formato da un insieme di clienti finali (privati cittadini, pubblica amministrazione, PMI ecc.) che si aggregano localmente condividendo energia da impianti a fonte rinnovabile a loro disposizione, con l'obiettivo di generare benefici ambientali, economici e sociali.
Energia condivisa	Corrisponde al minimo, su base oraria, tra l'energia elettrica immessa in rete dagli impianti di produzione a disposizione della comunità e l'energia elettrica prelevata dai consumatori che rilevano per la configurazione CER; tale energia beneficia di un incentivo riconosciuto dal GSE a seguito dell'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione.
Energia immessa	Quota di energia (parziale o totale) dell'energia prodotta da un impianto di produzione da fonti rinnovabili ed immessa nella rete pubblica; tale energia è da considerarsi al netto di un eventuale autoconsumo fisico relativo all'utenza cui è asservito.
Energia prodotta	Energia totale prodotta dall'impianto di produzione a fonti rinnovabili
Gestore dei Servizi Energetici (GSE)	l'ente designato che, tra le varie funzioni che gli competono, gestisce meccanismi di incentivazione relativi agli impianti a energia rinnovabile in Italia.
Membro della CER	Corrisponde al soggetto (privato, pubblica amministrazione, PMI ecc.) che rileva all'interno di una configurazione CER attraverso il proprio punto di connessione alla rete (POD) e relativi prelievi di energia elettrica contabilizzati dal distributore di energia elettrica.
POD o Punto di connessione	È il codice identificativo di un'utenza elettrica connessa alla rete, anche noto come POD (Point-of-Delivery).
Prezzo zonale orario (PZ)	Prezzo orario dell'energia elettrica riferito alle diverse zone di mercato
Prezzo Unico Nazionale (PUN)	Media dei prezzi zionali orari
Produttore	Soggetto titolare dell'officina elettrica e delle autorizzazioni necessarie alla costruzione e all'esercizio dell'impianto di produzione da fonti rinnovabili.
Ritiro dedicato (RID)	modalità semplificata a disposizione dei produttori per la commercializzazione dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete

<p>Scambio sul posto (SSP)</p>	<p>Meccanismo che consente di compensare l'energia elettrica prodotta e immessa in rete in un certo momento con quella prelevata e consumata in un momento differente da quello in cui avviene la produzione.</p>
<p>Sistemi efficienti di utenza (SEU)</p>	<p>Sistemi formati da impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili direttamente connessi all'unità di consumo dell'utente tramite un collegamento privato; tale sistema è a sua volta collegato tramite almeno un punto di connessione alla rete pubblica.</p>
<p>Zone di mercato</p>	<p>Suddivisione del sistema elettrico in aree all'interno delle quali produttori e consumatori possono liberamente vendere e acquistare energia elettrica, con limitazioni alla compravendita di energia elettrica tra le diverse zone di mercato.</p>