



Ricerca di Sistema elettrico

## Inquadramento del soggetto “Energy Community” nel quadro di policy europeo e nazionale e definizione dello Use Case

Marialaura Di Somma, Martina Caliano, Giorgio Graditi

## INQUADRAMENTO DEL SOGGETTO “ENERGY COMMUNITY” NEL QUADRO DI POLICY EUROPEO E NAZIONALE E DEFINIZIONE DELLO USE CASE

Marialaura Di Somma, Martina Caliano, Giorgio Graditi (ENEA)

Dicembre 2019

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - I annualità

Obiettivo: Tecnologie

Progetto: Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali

Work package 1: Local Energy District

Linea di attività: 69 - Inquadramento del soggetto “Energy Community” nel quadro di policy europeo e nazionale e definizione dello Use Case

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile del Work package: Claudia Meloni, ENEA

## Indice

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SOMMARIO .....                                                                                                                               | 4  |
| 1 INTRODUZIONE .....                                                                                                                         | 5  |
| 2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....                                                                                                     | 7  |
| 3 ATTUALI TREND DEL PANORAMA ENERGETICO .....                                                                                                | 9  |
| 3.1 ELETTRIFICAZIONE DEI CONSUMI .....                                                                                                       | 9  |
| 3.2 PENETRAZIONE DELLE RISORSE ENERGETICHE DISTRIBUITE E AVVENTO DEI SISTEMI DECENTRALIZZATI .....                                           | 10 |
| 3.3 ENERGY MIX A BASSE EMISSIONI DI CARBONIO .....                                                                                           | 11 |
| 3.4 ETIP SNET VISION 2050: I SISTEMI ENERGETICI INTEGRATI E IL COINVOLGIMENTO DELL'UTENTE FINALE NELLA GESTIONE DEL SISTEMA ENERGETICO ..... | 11 |
| 4 ENERGY COMMUNITY: QUADRO REGOLATORIO E DI POLICY EUROPEO E NAZIONALE .....                                                                 | 13 |
| 4.1 LE RIFORME INTRODOTTE DAL CLEAN ENERGY PACKAGE FOR ALL EUROPEANS .....                                                                   | 13 |
| 4.1.1 <i>Energy Community nel quadro legislativo dell'UE</i> .....                                                                           | 15 |
| 4.1.2 <i>CEC e REC: Analisi comparativa</i> .....                                                                                            | 16 |
| 4.2 RICOGNIZIONE NORMATIVA NAZIONALE SULL'AUTOCONSUMO E LE ENERGY COMMUNITY .....                                                            | 18 |
| 4.2.1 <i>Le novità introdotte dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima</i> .....                                                        | 21 |
| 4.2.2 <i>Principali barriere nazionali all'implementazione delle Energy Community</i> .....                                                  | 22 |
| 5 CARATTERIZZAZIONE DELLE ENERGY COMMUNITY.....                                                                                              | 23 |
| 5.1 OPZIONI DI INTEGRAZIONE DEI SISTEMI ENERGETICI .....                                                                                     | 23 |
| 5.2 ATTRIBUTI PRINCIPALI DELLE COMUNITÀ ENERGETICHE LOCALI INTEGRATE .....                                                                   | 25 |
| 5.3 MAPPATURA DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE ABILITANTI .....                                                                                  | 26 |
| 5.4 ATTORI PRINCIPALI E RELATIVI INTERESSI NELLO SVILUPPO DI QUESTO NUOVO PARADIGMA ENERGETICO.....                                          | 29 |
| 6 CARATTERIZZAZIONE DELLO USE CASE PER IL TOOL DI OTTIMIZZAZIONE .....                                                                       | 31 |
| 7 CONCLUSIONI .....                                                                                                                          | 34 |
| 8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....                                                                                                            | 36 |
| 9 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI .....                                                                                                            | 38 |

## Sommario

L'obiettivo dell'attività di ricerca, su base triennale, è quello di sviluppare e validare un tool di ottimizzazione multi-obiettivo economico/ambientale per la pianificazione operativa day-ahead di una Local Energy Community, che funge anche da soggetto del mercato. In coerenza con l'obiettivo generale, il presente report documenta l'analisi svolta nel corso della Linea di Attività LA1.69 del Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico nazionale, che ha l'obiettivo di inquadrare il soggetto "Energy Community" nel quadro di policy europeo e nazionale e di caratterizzare lo use case che si intende modellare per il tool di ottimizzazione nell'ambito della successiva annualità.

In dettaglio, viene presentata un'analisi critica degli attuali trend del panorama energetico europeo che favoriscono la transizione verso un sistema energetico *low-carbon*, quali l'elettrificazione dei consumi, la penetrazione delle risorse energetiche distribuite, l'avvento dei sistemi decentralizzati e la necessità di realizzazione di un energy mix a basse emissioni di carbonio. Inoltre, viene introdotto il concetto di sistema energetico integrato, che si configura come una infrastruttura integrata per tutti i vettori energetici con il sistema elettrico come spina dorsale, caratterizzata da un elevato livello di integrazione tra tutte le reti di vettori energetici, ottenuta accoppiando reti elettriche con reti di gas, riscaldamento e raffrescamento, supportate da processi di accumulo e conversione dell'energia. A valle di quest'analisi introduttiva, viene descritto il quadro di policy europeo e nazionale sulle Energy Community. Dall'analisi emerge che l'Europa è sulla buona strada verso il potenziamento dell'utente finale per favorire la transizione energetica, ponendo quest'ultimo al centro del sistema energetico, così come dimostrato dal recente pacchetto di proposte *Clean Energy Package* della Commissione Europea e dall'introduzione dei concetti di *Citizen Energy Community* e *Renewable Energy Community*, descritti rispettivamente nelle nuove direttive 2019/944/UE (EMD II) e 2018/2001/UE (RED II). Con riferimento al contesto nazionale, viene presentata una attenta ricognizione normativa sull'autoconsumo e le Energy Community, soffermando l'attenzione sulle novità introdotte dal Piano Nazionale per l'Energia e il Clima, tra cui la promozione dell'autoconsumo singolo e collettivo e la regolamentazione delle comunità energetiche rinnovabili. Vengono in seguito caratterizzate le Energy Community dal punto di vista tecnico e tecnologico, mediante l'analisi delle diverse opzioni di integrazione dei sistemi energetici, l'identificazione degli attributi principali delle comunità energetiche locali integrate, e la rassegna delle tecnologie abilitanti e dei principali attori con potenziale interesse per l'implementazione delle Energy Community a livello locale. Infine, viene definito e caratterizzato lo Use Case che si intende analizzare e modellare nel corso dell'annualità successiva, in cui si svilupperà un tool di ottimizzazione per la pianificazione operativa *day-ahead* di una Energy Community, tenendo conto di obiettivi sia di carattere economico che ambientale. Tale use case ha infatti l'obiettivo di ottenere l'ottimizzazione operativa economico/ambientale di una Energy Community che funge anche da soggetto del mercato.

Nel seguito, il Capitolo 1 descrive gli obiettivi della linea di attività nell'ambito del piano triennale, mentre il Capitolo 2 riporta la descrizione delle attività svolte durante la prima annualità. L'indice dei successivi capitoli rispecchia l'ordine temporale con cui sono state svolte le attività che compongono l'intero lavoro. In particolare, il Capitolo 3 descrive gli attuali trend del panorama energetico che sono stati analizzati durante la prima fase della corrente annualità. Il Capitolo 4 descrive l'analisi del quadro regolatorio e di policy europeo e nazionale sulle Energy Community, svolta durante la seconda fase della corrente annualità. Il Capitolo 5 descrive le principali caratteristiche delle Energy Community dal punto di vista tecnico e tecnologico, che sono state esaminate durante la terza fase della corrente annualità. Il Capitolo 6 si focalizza sulla definizione e caratterizzazione dello Use Case, attività svolta durante la quarta e ultima fase della corrente annualità. Infine, il Capitolo 7 riassume le conclusioni dedotte dall'intera attività svolta.

## 1 Introduzione

L'Europa si pone da tempo tra i leader mondiali nello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e della generazione distribuita, nella riduzione dell'impatto ambientale e nella promozione di misure di efficienza energetica sempre più spinte, assumendo un ruolo di primo piano nel contrastare i cambiamenti climatici e favorendo la transizione verso un'economia eco-sostenibile a basse emissioni di carbonio. Il quadro degli obiettivi e degli strumenti delle nuove politiche energetiche ambientali dell'Unione Europea per il 2030, definito nel *"Clean Energy Package for All Europeans"*, sta ormai prendendo forma nei suoi riferimenti principali. La triade dei nuovi obiettivi 2030, infatti, prevede la riduzione del 40% delle emissioni di gas serra rispetto alle emissioni del 1990, il raggiungimento del target del 32% di penetrazione delle fonti rinnovabili nei consumi di energia e la riduzione del 32,5% dei consumi di energia come obiettivo per l'efficienza energetica. Il raggiungimento di questi ambiziosi target pone innumerevoli sfide ed altrettante opportunità per lo sviluppo di sistemi innovativi di approvvigionamento energetico. Con specifico riferimento al contesto nazionale, la diffusione della generazione distribuita da fonti rinnovabili, anche in ambito residenziale, ha portato ad un cambiamento radicale del sistema energetico nazionale, che si traduce nella necessità di implementazione di nuove modalità "smart" di gestione ed esercizio che coinvolgano attivamente tutte le fasi di generazione, distribuzione e consumo di energia, al fine di garantire la sicurezza, l'affidabilità e la resilienza dell'approvvigionamento energetico. Le Energy Community, intese come un insieme di utenze energetiche che decidono di effettuare scelte comuni dal punto di vista del soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico, al fine di massimizzare i benefici derivanti da questo approccio collegiale, grazie all'implementazione di soluzioni tecnologiche poli-generative per la generazione distribuita di energia e la gestione intelligente dei flussi energetici, rappresentano una potenziale soluzione per rispondere a tale esigenza e favorire la transizione verso un sistema energetico *low-carbon*.

In linea con tale premessa, la Linea di Attività LA1.69 presenta i seguenti obiettivi:

- analisi critica degli attuali trend del panorama energetico europeo che favoriscono la transizione verso un sistema energetico integrato low-carbon;
- inquadramento del soggetto "Energy Community" alla luce dei più recenti sviluppi normativi e di policy raggiunti in ambito europeo e nazionale;
- caratterizzazione delle Energy Community dal punto di vista tecnico e tecnologico, mediante la definizione di una mappatura delle soluzioni tecnologiche abilitanti e dei principali attori con potenziale interesse per l'implementazione delle Energy Community a livello locale;
- definizione e caratterizzazione dello Use Case che verrà poi analizzato e modellato nell'ambito della successiva annualità.

Tale linea di attività si colloca nell'ambito del progetto triennale di ampio respiro che ha l'obiettivo di sviluppare e validare una piattaforma a supporto delle Energy Community. La piattaforma intende supportare tutti gli aspetti legati alla realizzazione, ottimizzazione e gestione di una comunità partendo dalla raccolta delle informazioni di produzione e consumo di energia, creazione e analisi dei profili energetici dei partecipanti alla comunità e gestione dei sistemi di produzione, conversione e accumulo dell'energia.

Il lavoro proposto si pone l'obiettivo di realizzare un tool di ottimizzazione per la pianificazione operativa day-ahead di una Energy Community, tenendo conto di obiettivi sia di carattere economico che ambientale, al fine di fornire uno strumento di pianificazione giornaliera delle tecnologie di produzione, conversione e accumulo presenti all'interno della comunità. In dettaglio, l'Energy Community che si intende analizzare fa riferimento ad un insieme di utenze energetiche che decidono di effettuare scelte comuni dal punto di vista del soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico, al fine di massimizzare i benefici derivanti da questo

approccio collegiale, grazie anche all'implementazione di soluzioni tecnologiche poli-generative per la generazione distribuita di energia e la gestione intelligente dei flussi energetici.

## 2 Descrizione delle attività svolte

L'attività di ricerca della corrente annualità è stata articolata in quattro macro fasi, di seguito descritte:

- I. Durante la prima fase della corrente annualità, è stata svolta un'analisi critica degli attuali trend del panorama energetico europeo che favoriscono la transizione verso un sistema energetico low-carbon. I trend discussi riguardano l'elettificazione dei consumi, la penetrazione delle risorse energetiche distribuite e l'avvento dei sistemi decentralizzati e la necessità di realizzazione di un energy mix a basse emissioni di carbonio, che definiscono le principali sfide da affrontare nel prossimo futuro per favorire la transizione energetica. Inoltre, viene definito il concetto di Sistema Energetico Integrato, che, introdotto da ETIP SNET nell'ambito del recente report "*VISION 2050 - Integrating Smart Networks for the Energy Transition: Serving Society and Protecting the Environment*", definisce un nuovo paradigma energetico previsto attuabile al 2050. Un sistema energetico integrato si configura come una infrastruttura integrata per tutti i vettori energetici con il sistema elettrico come spina dorsale, caratterizzata da un elevato livello di integrazione tra tutte le reti di vettori energetici, ottenuta accoppiando reti elettriche con reti di gas, riscaldamento e raffrescamento, supportate da processi di accumulo e conversione dell'energia. Tale sistema è caratterizzato dal pieno coinvolgimento dell'utente finale nella gestione del sistema stesso, che si esplica pienamente nei meccanismi di *demand response*, attraverso i quali, l'utente viene reso partecipe della gestione di contingenze di rete, nonché nella riduzione dei consumi energetici mediante applicazioni quali zero *energy buildings* o Energy Community.
- II. Durante la seconda fase della corrente annualità, l'attività si è focalizzata sull'inquadramento del soggetto "Energy Community" alla luce dei più recenti sviluppi normativi e di policy raggiunti in ambito europeo e nazionale. In dettaglio, sono state esaminate le riforme introdotte dalla Commissione Europea nel pacchetto di proposte *Clean Energy Package for All Europeans*, analizzando i principali spunti di novità introdotti dalle varie direttive e regolamenti. Sono stati poi approfonditi i concetti di *Citizen Energy Community* e *Renewable Energy Community*, definendone le caratteristiche e le principali differenze in termini di settore energetico afferente, forma giuridica, struttura e attori coinvolti, attività e scopi. Inoltre, è stata condotta un'analisi critica del quadro normativo nazionale per l'autoconsumo e le comunità energetiche, analizzando le principali configurazioni di autoconsumo permesse in Italia ed esaminando i punti chiave e le novità introdotte dal recente Piano Nazionale Integrato Energia e Clima. Infine, sono state definite le principali barriere che attualmente ostacolano una diffusione fattiva delle Energy Community in Italia.
- III. Durante la terza fase della corrente annualità, l'attività si è focalizzata sulla caratterizzazione delle Energy Community dal punto di vista tecnico e tecnologico. In dettaglio, sono state esaminate le diverse opzioni di integrazione dei sistemi energetici, tra cui le *Virtual Power Plant*, le *community microgrid*, gli hub energetici e le comunità energetiche locali integrate, definendone le caratteristiche e le principali differenze in termini di generazione di valore per altri sistemi energetici e grado di integrazione. Sono stati poi definiti gli attributi principali da considerare per una comunità energetica locale integrata, analizzando i benefici conseguibili grazie all'implementazione di questo nuovo paradigma energetico. Inoltre, è stata definita una mappatura delle soluzioni tecnologiche abilitanti, analizzandole principalmente dal punto di vista funzionale nonché dei principali attori con potenziale interesse per l'implementazione delle Energy Community a livello locale.
- IV. Durante la quarta e ultima fase della corrente annualità, l'attività si è focalizzata sulla caratterizzazione dello Use Case che si intende analizzare e modellare nel corso dell'annualità successiva, in cui si svilupperà un tool di ottimizzazione per la pianificazione operativa *day-ahead* di una Energy Community, tenendo conto di obiettivi sia di carattere economico che ambientale. In dettaglio, l'analisi condotta durante le fasi precedenti, ha consentito di individuare tale use case che

ha l'obiettivo di ottenere l'ottimizzazione operativa economico/ambientale di una Energy Community che funge anche da soggetto del mercato. L'Energy Community che si intende analizzare fa riferimento ad un insieme di utenze energetiche che decidono di effettuare scelte comuni dal punto di vista del soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico, al fine di massimizzare i benefici derivanti da questo approccio collegiale, grazie all'implementazione di soluzioni tecnologiche poli-generative per la generazione distribuita di energia e la gestione intelligente dei flussi energetici. Sono state quindi definite le caratteristiche dello use case, che verrà modellato per il tool di ottimizzazione, che consentirà di pianificare, su base *day-ahead*, le strategie di funzionamento delle varie tecnologie di generazione, conversione e accumulo della comunità, nonché le strategie di offerta per la partecipazione al mercato del giorno prima, considerando sia obiettivi economici quali la minimizzazione del costo energetico giornaliero degli utenti della comunità, che obiettivi ambientali ovvero la minimizzazione delle emissioni giornaliere di CO<sub>2</sub>.

### 3 Attuali trend del panorama energetico

Nel presente capitolo, è riportata l'attività svolta nella fase I della corrente annualità, che è stata dedicata all'analisi critica degli attuali trend del panorama energetico europeo che favoriscono la transizione verso un sistema energetico *low-carbon*.

L'Europa ritiene di accelerare la transizione dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili, promuovendo il graduale abbandono dei combustibili fossili per la generazione elettrica a favore di un mix energetico basato su una quota crescente di rinnovabili. L'Unione Europea (UE) si pone infatti da tempo tra i leader mondiali nello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER) e della generazione distribuita (GD), nella riduzione dell'impatto ambientale e nella promozione di misure di efficienza energetica sempre più spinte, svolgendo un ruolo di primo piano nel contrastare i cambiamenti climatici, favorire la transizione verso un'economia eco-sostenibile a basse emissioni di carbonio e stimolare una crescita economica ad alto potenziale. Tra le principali priorità politiche della Commissione Europea vi è, infatti, l'ambizione dell'UE di mantenere il suo ruolo di guida nella lotta al cambiamento climatico e conquistare una posizione di leadership nel campo delle energie rinnovabili, che si traduce nel duplice obiettivo di aumentarne l'integrazione nel sistema energetico attuale, e far sì che le imprese europee siano le principali fornitrici dei componenti chiave delle tecnologie rinnovabili sia all'interno che all'esterno della UE, contribuendo alla crescita economica e alla creazione di nuova occupazione. In linea con tali priorità, la politica instaurata dall'UE si basa sui seguenti fattori:

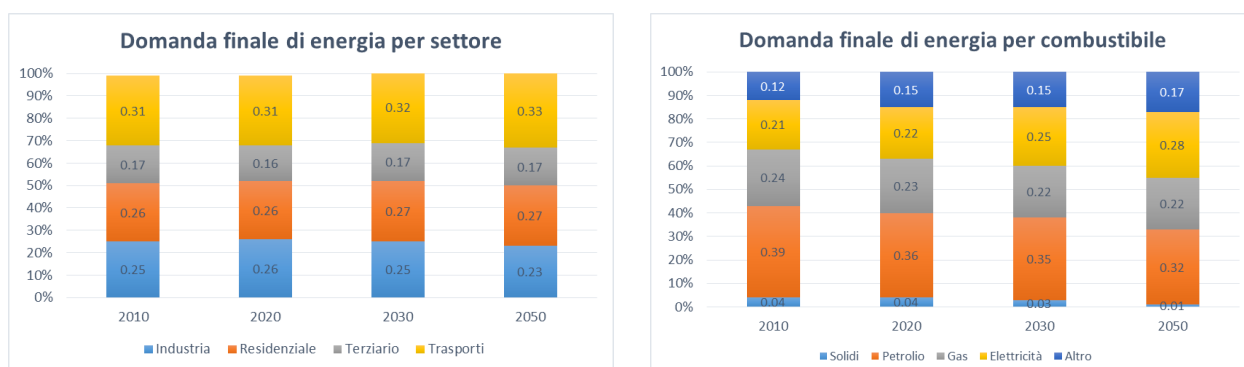
- Promuovere ulteriormente la diffusione delle tecnologie rinnovabili basso-emissive che hanno o stanno raggiungendo la piena maturità sul mercato;
- Favorire interventi di efficienza energetica che permettano di raggiungere i target energetici e ambientali prefissati al 2030, massimizzando i benefici e contenendo i costi di sistema;
- Perseguire una politica d'innovazione per sviluppare ulteriormente le tecnologie esistenti e individuare nuove tecnologie ad alto potenziale.

Il quadro degli obiettivi e degli strumenti delle nuove politiche energetiche ambientali UE per il 2030 definito nel "*Clean Energy Package*", sta ormai prendendo forma nei suoi riferimenti principali. La triade dei nuovi obiettivi 2030 infatti prevede: la **riduzione del 40% delle emissioni di gas serra** rispetto alle emissioni del 1990, il **raggiungimento del target del 32% di penetrazione delle fonti rinnovabili** nei consumi di energia e la **riduzione del 32,5% dei consumi di energia** rispetto allo scenario di riferimento del 2008, come obiettivo **per l'efficienza energetica**. Tale politica risponde pienamente alle trasformazioni in atto del panorama energetico europeo che si basa sulla penetrazione dei sistemi energetici decentralizzati e a basse emissioni di carbonio. Il riconoscimento della necessità di un approccio integrato alla politica energetica, in grado di affrontare l'evoluzione degli attuali modelli energetici, è legato ai principali trend del panorama energetico discussi di seguito, che definiscono le principali sfide da affrontare nel prossimo futuro per favorire la transizione verso un sistema energetico *low-carbon*.

#### 3.1 Elettrificazione dei consumi

L'elettrificazione dei consumi finali rappresenta uno degli elementi cardini della transizione energetica in atto. Secondo il *World Energy Outlook 2019* [1], si prevede che la domanda mondiale di energia aumenterà con un tasso del 2,2% annuo tra il 2012 e il 2035, e che il 90% di questa crescita avverrà nei settori dell'edilizia e dell'industria. La crescita della domanda di energia risulta essere stabile a partire dal 2005 per i paesi OCSE, mentre il resto del mondo sta ancora vivendo una crescita incrementale della domanda di energia, con il settore edilizio responsabile di oltre un terzo della domanda energetica globale [2]. Inoltre, in Europa, solo tale settore risulta responsabile del 40% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> [3].

Fattore chiave per il perseguimento degli obiettivi di riduzione di gas climalteranti definiti a livello comunitario, secondo le proiezioni rese note dalla Commissione Europea nel report “*EU Reference Scenario 2016*” [4], nel 2050, il settore residenziale e quello dei trasporti continueranno ad assorbire la maggior parte dell’energia consumata, pari complessivamente al 60%. Con riferimento al mix energetico, si evidenzia una graduale penetrazione dell’energia elettrica attesa da qui al 2050, che passerebbe da un’incidenza del 21% ad una del 28%, soprattutto a discapito del petrolio, la cui penetrazione si ridurrebbe di circa il 7%, così come mostrato in Figura 1. In dettaglio, i trasporti costituiscono i principali responsabili dei consumi energetici e rappresentano anche il settore dove si sta registrando un’accelerazione del processo di elettrificazione. Con riferimento invece al settore residenziale, ci si attende che, nel 2050, l’energia elettrica sia in grado di soddisfare circa un terzo del suo fabbisogno energetico.



**Figura 1: Andamento della domanda finale di energia per settore e combustibile. Elaborata da ENEA da dati provenienti da [4]**

Risulta pertanto evidente che il vettore elettrico avrà un ruolo sempre più preponderante sul consumo finale di energia, raddoppiando quasi la sua quota entro il 2050 rispetto al 2010. La promozione dell’uso del vettore elettrico richiede una coerente strategia di rapida decarbonizzazione della generazione. La crescita delle energie rinnovabili e degli investimenti in rete e in nuove infrastrutture rendono possibile farlo in condizioni di sicurezza e con tempistiche coordinate con la riduzione dei combustibili fossili attesa in Europa.

### 3.2 Penetrazione delle risorse energetiche distribuite e avvento dei sistemi decentralizzati

Le risorse energetiche distribuite comprendono la generazione distribuita, i sistemi di accumulo e i carichi controllabili. In dettaglio, la generazione distribuita si riferisce alla generazione di energia elettrica, se si fa riferimento alla rete di distribuzione, o alla generazione locale di energia elettrica e termica, nell’ambito di una rete locale connessa alla rete di distribuzione. Le risorse energetiche distribuite stanno diventando sempre più comuni nel panorama energetico locale e svolgono un ruolo essenziale nel sistema energetico globale. Attualmente, infatti, si stima che un quarto della produzione di elettricità a livello mondiale sia attribuibile alla generazione distribuita [5].

La crescita della generazione distribuita richiede una vera e propria trasformazione delle reti di distribuzione e delle relative modalità gestionali, con l’ammodernamento sia della componente hardware, necessaria per rendere anche le reti di distribuzione bi-direzionali, che di quella software per abilitare iniziative di *Demand Response*. Pertanto, l’integrazione in rete della generazione distribuita, che può interessare sia la rete di distribuzione che l’utente finale, come già discusso in precedenza, può presentare notevoli sfide, a causa delle problematiche legate alla dispacciabilità e al controllo di tali risorse con un impatto diretto sul funzionamento dell’intero sistema elettrico. La Smart Grid può aiutare a garantire il bilanciamento tra domanda e offerta, non solo mediante l’integrazione di sistemi di accumulo dell’energia, che consentono di disaccoppiare la produzione dalla fornitura di energia agli utenti, ma anche attraverso l’automazione delle logiche di controllo della generazione e del carico, quest’ultimo ottenibile mediante la definizione di

opportuni programmi di *Demand Response*. L'avvento delle Smart Grid, rappresenta quindi una valida soluzione per garantire l'integrazione della generazione distribuita e assicurare l'energia necessaria ai nuovi usi elettrici finali, quali pompe di calore per il riscaldamento/raffrescamento ambiente e la mobilità elettrica.

### 3.3 *Energy mix a basse emissioni di carbonio*

La transizione energetica in atto, dai sistemi energetici centralizzati basati sui combustibili fossili, ai sistemi energetici decentralizzati basati sull'utilizzo delle fonti rinnovabili, rappresenta una priorità nell'agenda della politica energetica europea al fine di garantire un futuro sostenibile a basse emissioni di carbonio. L'evoluzione del sistema elettrico verso la decarbonizzazione dovrà inoltre essere accompagnata da un piano di interventi infrastrutturali e tecnologici sulle reti di trasmissione e distribuzione, da attuare in parallelo alla trasformazione della generazione, per evitare nuove inefficienze nel mercato e problemi di sicurezza, nonché per favorire la maggiore digitalizzazione delle reti.

Per far fronte ai crescenti livelli di penetrazione delle fonti rinnovabili, che sono, per loro natura, intermittenti e non programmabili, si rende necessaria una sostanziale modifica delle logiche di gestione dei flussi di energia scambiati in rete tra i sistemi di generazione e i carichi. In dettaglio, in tale scenario, le misure di flessibilità tradizionali, basate sull'assunzione che la generazione elettrica deve istantaneamente seguire il carico, non sono più applicabili per far fronte alla crescente quota di fonti rinnovabili non dispacciabili. Tale processo di evoluzione, oltre ad interessare la parte infrastrutturale delle reti, riguarda soprattutto i sistemi di gestione delle reti stesse, che, in un'ottica di Smart Grid, devono essere in grado di gestire e monitorare, con elevata flessibilità, le unità di generazione, trasmissione, distribuzione e usi finali dell'energia elettrica. L'evoluzione da rete passiva a rete attiva si rende quindi indispensabile per accogliere la generazione da fonte rinnovabile, garantendo, al contempo, il mantenimento di livelli adeguati di affidabilità e qualità del servizio elettrico. L'attuazione di tale processo richiede la flessibilità di tutti gli attori della catena del valore dell'energia elettrica, compresi gli utenti finali. Per bilanciare la crescente variabilità della produzione di energia rinnovabile, si assiste pertanto ad una crescente domanda di nuove fonti di flessibilità come l'accumulo in tutte le sue forme e la variazione del ruolo del consumatore che sta cambiando da soggetto passivo ad oggetto attivo, in grado di modificare il proprio consumo in risposta ai cambiamenti di prezzo sul mercato e, a certe condizioni, offrire servizi di rete.

### 3.4 *ETIP SNET Vision 2050: i Sistemi Energetici Integrati e il coinvolgimento dell'utente finale nella gestione del sistema energetico*

L'evoluzione verso un sistema energetico paneuropeo integrato, che sia economicamente sostenibile e allo stesso tempo caratterizzato da basse emissioni di carbonio, presenta innumerevoli sfide e altrettante opportunità. La politica energetica dell'Unione Europea stabilisce che, al fine di raggiungere gli ambiziosi target energetici e ambientali entro il 2050, i sistemi energetici dovranno contribuire all'attuazione di tre obiettivi cruciali per il benessere della società:

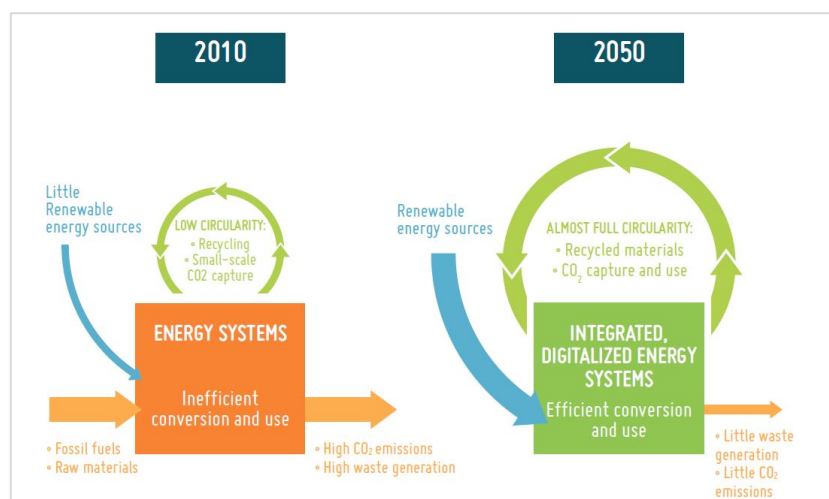
1. Protezione dell'ambiente;
2. Creazione di servizi energetici accessibili economicamente a tutti e basati sul mercato;
3. Garantire la sicurezza, l'affidabilità e la resilienza dell'approvvigionamento energetico.

L'attenuazione dell'impatto ambientale dei sistemi energetici ha diverse dimensioni, tra cui:

- Riduzione delle emissioni di gas serra per la mitigazione dei cambiamenti climatici;
- Controllo di tutte le fonti di inquinamento derivanti da attività direttamente o indirettamente collegate ai sistemi energetici;
- Promozione di un'economia circolare.

La creazione di servizi energetici accessibili e basati sul mercato può essere invece ottenuta ponendo l'utente finale al centro del sistema energetico, promuovendone il ruolo attivo e responsabilizzandone i consumi. In tale scenario, infatti, i cittadini europei diventano gli attori principali della transizione dagli attuali sistemi energetici a vettore unico a base fossile a un sistema energetico integrato, a basse emissioni di carbonio, sicuro, affidabile e accessibile a tutti dal punto di vista economico.

Infine, al fine di garantire la sicurezza, l'affidabilità e la resilienza dell'approvvigionamento energetico, assume un ruolo cruciale la creazione di **Sistemi Energetici Integrati**. In accordo con il recente report di ETIP SNET "VISION 2050 - Integrating Smart Networks for the Energy Transition: Serving Society and Protecting the Environment" [6], in tale paradigma energetico, previsto attuabile al 2050, il vettore elettrico, la mobilità, il vettore termico per il riscaldamento e raffrescamento ambiente, nonché le varie tipologie di sistemi di accumulo, sono gestiti in maniera integrata e alimentati da fonti di energia rinnovabile. Si mostra in Figura 2, un confronto tra gli attuali sistemi energetici e i sistemi energetici integrati implementabili al 2050. Da tale confronto, evince che si prevede di raggiungere l'attuazione di un sistema energetico quasi completamente decarbonizzato in linea con la tabella di marcia della Commissione Europea, finalizzata ad una riduzione delle emissioni di gas climalteranti, da raggiungere nel 2050, pari all'80-95% rispetto ai livelli del 1990.



**Figura 2: Confronto tra gli attuali sistemi energetici e i sistemi energetici integrati [6]**

Un sistema energetico integrato si configura come una infrastruttura integrata per tutti i vettori energetici con il sistema elettrico come spina dorsale, caratterizzata da un elevato livello di integrazione tra tutte le reti di vettori energetici, ottenuta accoppiando reti elettriche con reti di gas, riscaldamento e raffrescamento, supportate da processi di accumulo e conversione dell'energia quali *Gas-to-Heat*, *Gas-to-Power*, *Power-to-Heat*, *Power-to-Gas*, etc. Tali sistemi saranno inoltre caratterizzati dal pieno coinvolgimento dell'utente finale nella gestione del sistema stesso. In tale ottica, gli utenti finali diventano consumatori attivi e *prosumer* e si rendono promotori di scambi di energia a livello locale e di facile utilizzo, nonché di transazioni peer-to-peer, per una ampia scelta di servizi e con prezzi energetici ottimali. Il ruolo attivo dell'utente finale si esplica pienamente nei meccanismi di *demand response*, attraverso i quali, l'utente viene reso partecipe della gestione di contingenze di rete, nonché nella riduzione dei consumi energetici mediante applicazioni quali *zero energy buildings* o *comunità dell'energia*.

Inoltre, questo nuovo paradigma energetico prevede l'avvento della poligenerazione distribuita completamente alimentata da FER. Ovviamente, in tale contesto, assumerà un ruolo cruciale l'accumulo energetico in tutte le sue forme e tipologie. Nel 2050, **le risorse energetiche disponibili localmente saranno utilizzate per il loro pieno potenziale economico**, rimandando le esigenze di *upgrade* delle reti di trasmissione e distribuzione dell'elettricità e contribuendo anche a massimizzare la resilienza dei canali di approvvigionamento per le esigenze di riscaldamento e raffrescamento ambiente.

## 4 Energy community: Quadro regolatorio e di policy europeo e nazionale

Nel presente capitolo è riportata l'attività svolta nella fase II, relativa all'analisi dell'attuale policy europea e nazionale in vigore nell'ambito delle energy community e dell'autoconsumo. Nel dettaglio, nei paragrafi che seguono, sono, prima, riportate, in modo dettagliato, le riforme introdotte dal *Clean Energy Package for All Europeans*, andando ad analizzare i principali spunti di novità introdotti dalle varie direttive e regolamenti; poi, sono introdotti e discussi i concetti di *Citizen Energy Community* e *Renewable Energy Community*, e ne sono analizzate e discusse le principali caratteristiche e differenze.

A valle del quadro europeo, è riportata un'analisi del quadro normativo nazionale: in tale contesto, sono discussi i punti chiave e le novità introdotte dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima, e infine, sono discusse le principali barriere nazionali all'implementazione delle *Energy Community*.

### 4.1 Le riforme introdotte dal *Clean Energy Package for All Europeans*

Il *Clean Energy Package* (anche noto come *Winter Package*) è un insieme di atti legislativi emanati dall'Unione Europea per ridisegnare il profilo del mercato energetico europeo. Pubblicato dalla Commissione Europea nel novembre 2016, contiene misure relative all'efficienza energetica, energie rinnovabili, assetto del mercato dell'energia elettrica, sicurezza dell'approvvigionamento elettrico e norme sulla governance per l'Unione dell'energia. Esso si compone di otto atti legislativi che prevedono un aggiornamento del quadro delle politiche energetiche europee, volto a facilitare la transizione energetica, definire un moderno mercato energetico europeo, promuovere e integrare l'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili, promuovere l'efficienza energetica, e rafforzare il quadro normativo nel quale operano le istituzioni europee e nazionali. Di seguito, sono riportati gli otto atti legislativi:

- direttiva 2019/944/UE [7] del 5 giugno 2019 relativa alle norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica;
- regolamento 2019/943/UE [8] del 5 giugno 2019 sul mercato interno dell'energia elettrica;
- regolamento 2019/942/UE [9] del 5 giugno 2019 relativo all'Agenzia per la Cooperazione fra i Regolatori Nazionali dell'Energia (ACER);
- regolamento 2019/941/UE [10] del 5 giugno 2019 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica;
- direttiva 2018/2001/UE [11] dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- direttiva 2018/2002/UE [12] dell'11 dicembre 2018 che modifica la direttiva 2012/27/UE [13] sull'efficienza energetica;
- direttiva 2018/844/UE [14] del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE [15] sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica;
- regolamento 2018/1999/UE [16] dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima.

Il *Clean Energy Package* introduce ingenti modifiche all'assetto del mercato europeo dell'energia elettrica, mediante la revisione e la sostituzione delle disposizioni contenute nel regolamento 2009/714/CE [17] e nella direttiva 2009/72/CE [18], attualmente alla base del quadro regolatorio inerente al mercato interno dell'energia elettrica dell'Unione. Tali modifiche consentiranno la creazione di un mercato dell'energia elettrica dell'Unione caratterizzato da una produzione maggiormente variabile e decentralizzata, da una maggiore interdipendenza tra i singoli mercati nazionali e da maggiori opportunità per i consumatori di partecipare come soggetti attivi al mercato mediante la gestione della domanda, l'aggregazione, l'auto generazione e l'utilizzo di sistemi intelligenti di monitoraggio e accumulo dell'energia. La nuova **direttiva 2019/944/UE (EMD II)** [7] ha lo scopo di adattare l'attuale quadro normativo alle nuove dinamiche di mercato prendendo in considerazione le opportunità e le sfide legate all'obiettivo di decarbonizzazione del sistema energetico e ai possibili sviluppi tecnologici, in particolare quelli relativi alla partecipazione dei consumatori e alla cooperazione transfrontaliera. L'obiettivo principale dell'EMD II è la costruzione di un vero mercato interno governato da norme comuni che possano garantire a tutti l'accesso al vettore elettrico. In relazione

ai consumatori, la direttiva EMD II fornisce un importante cambiamento di paradigma, volto a qualificare i consumatori come "clienti attivi", che possono operare direttamente o in modo aggregato, vendere elettricità autoprodotta, anche attraverso accordi per l'acquisto e partecipare ai meccanismi di flessibilità ed efficienza energetica. La direttiva afferma che tutti i consumatori dovrebbero essere in grado di trarre vantaggio dalla partecipazione diretta al mercato, in particolare adeguando i consumi in base ai segnali del mercato e, in cambio, beneficiando di prezzi dell'elettricità più bassi o di altri incentivi. Un'altra importante innovazione prevista dalla direttiva EMD II riguarda l'introduzione della nozione di **Citizen Energy Community**, ovvero di una comunità energetica alla quale sarà garantito di operare sul mercato a condizioni uguali e non discriminatorie rispetto agli altri soggetti del mercato, potendo assumere liberamente i ruoli di cliente finale, produttore, fornitore o gestore di sistemi di distribuzione.

Le novità introdotte dal *Clean Energy Package* in materia di energia prodotta da fonti rinnovabili sono volte ad incentivare l'utilizzo di tali fonti durante la transizione energetica sino al 2030, fissando i nuovi obiettivi a livello comunitario, semplificando le relative procedure autorizzative, fornendo stabilità al sostegno finanziario e rafforzando i diritti dei consumatori. La nuova **direttiva 2018/2001/UE (RED II)** [11] sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili applica una revisione sostanziale del quadro normativo previsto dalla direttiva 2009/28/CE [19]. La RED II pone particolare attenzione all'autoconsumo di energia rinnovabile, prevedendo che i consumatori siano autorizzati a diventare consumatori di energia rinnovabile, in grado, anche, di produrre, immagazzinare e vendere l'elettricità generata in eccedenza, sia individualmente che in forma aggregata. Un'altra fondamentale novità prevista dalla RED II è l'introduzione della nozione di **Renewable Energy Community**, ovvero di una comunità energetica avente il diritto di produrre, consumare, immagazzinare e vendere energia rinnovabile. Tali comunità, inoltre, potranno scambiare, all'interno della stessa comunità, l'energia rinnovabile da loro prodotta e accedere al mercato elettrico, direttamente o tramite aggregazione, in modo non discriminatorio.

Le disposizioni sull'efficienza energetica, introdotte dal *Clean Energy Package*, mirano a stabilire nuovi obiettivi di efficienza sia per l'Unione Europea che per gli Stati membri, introducendo nuovi orientamenti e ampliando i diritti dei consumatori nel campo della misurazione del riscaldamento e del raffrescamento e della fatturazione e della produzione di acqua calda. La **nuova direttiva sull'efficienza energetica** modifica la precedente direttiva 2012/27/UE, modificando le disposizioni attuali direttamente collegate al raggiungimento degli obiettivi al 2030 e introducendo nuove regole volte a estendere i diritti dei consumatori e migliorare l'accesso alla misurazione intelligente. Un ulteriore elemento del pacchetto, nel campo dell'efficienza energetica, è la **direttiva 2018/844/UE (nuova EPBD)** [14], entrata in vigore il 9 luglio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici. La nuova EPBD contiene disposizioni riguardanti, tra l'altro, obiettivi di efficienza energetica per gli edifici, certificazione energetica, metodi di verifica, monitoraggio e controllo del consumo di energia e definizione di obblighi relativi all'installazione di punti di ricarica per i veicoli elettrici. Inoltre, essa introduce la definizione dell'indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza (**Smart Readiness Indicator - SRI**) e una metodologia con cui tale indicatore deve essere calcolato per valutare le capacità di un edificio o di un'unità immobiliare di adattare il proprio funzionamento alle esigenze dell'occupante e della rete e di migliorare la sua efficienza energetica e le prestazioni generali. L'indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza tiene conto delle caratteristiche di maggiore risparmio energetico, di analisi comparativa e flessibilità, nonché delle funzionalità e delle capacità migliorate attraverso dispositivi più interconnessi e intelligenti.

Infine, il **regolamento UE 2018/1999** sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima [16] mira ad incoraggiare la cooperazione tra gli Stati membri per raggiungere gli obiettivi e i target energetici dell'Unione, in particolare rafforzando gli obblighi di programmazione e comunicazione dei singoli Stati membri nel settore dell'energia, del clima e in relazione all'attuazione delle misure previste dalla nuova struttura dell'Unione dell'energia. Il regolamento delinea le cinque dimensioni dell'Unione dell'energia, ovvero: (i) decarbonizzazione, (ii) efficienza energetica, (iii) sicurezza energetica, (iv) mercato interno dell'energia e, infine, (v) ricerca, innovazione e competitività, e definisce l'obbligo per ciascuno Stato membro

di preparare e inviare alla Commissione europea un **Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)** che coprirà periodi di dieci anni. Il piano dovrà tra l'altro contenere:

- una panoramica della procedura seguita per la definizione del piano stesso;
- una descrizione degli obiettivi e dei contributi nazionali relativi alle cinque dimensioni dell'Unione dell'energia;
- una descrizione delle politiche e misure adottate per il raggiungimento dei predetti obiettivi;
- una descrizione dello stato attuale delle cinque dimensioni dell'Unione dell'energia;
- una valutazione degli impatti delle politiche e delle misure messe in atto per conseguire i predetti obiettivi.

#### 4.1.1 *Energy Community* nel quadro legislativo dell'UE

Come già detto, il *Clean Energy Package* introduce due definizioni di Comunità Energetica: la *Citizen Energy Community (CEC)*, riportata nella nuova Direttiva 2019/944/UE (EMD II) sul mercato interno dell'energia elettrica, e la *Renewable Energy Community (REC)*, riportata nella nuova Direttiva 2018/2001/UE (RED II) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

La CEC è definita, all'articolo 2, comma 11 della EMD II, come un soggetto giuridico:

- (i) fondato sulla partecipazione volontaria e aperta di persone fisiche, autorità locali o piccole imprese;
- (ii) avente lo scopo principale di offrire ai suoi membri o soci o al territorio in cui opera benefici ambientali, economici o sociali, e non di generare profitti finanziari;
- (iii) che può partecipare alla generazione, anche da fonti rinnovabili, alla distribuzione, alla fornitura, al consumo, all'aggregazione, all'accumulo di energia, ai servizi di efficienza energetica, o a servizi di ricarica per veicoli elettrici o fornire altri servizi energetici ai suoi membri o soci.

Dal punto di vista giuridico, le CEC potrebbero essere costituite in forma di qualsiasi soggetto giuridico. Tuttavia, i poteri decisionali all'interno di una comunità energetica dei cittadini dovrebbero essere riservati a quei membri o soci che non esercitano un'attività commerciale su larga scala e per i quali il settore energetico non costituisce uno degli ambiti principali dell'attività economica. È opportuno quindi precisare che i soggetti partecipanti ad una comunità energetica manterranno al contempo tutti i loro diritti e obblighi di clienti civili o clienti. Le CEC dovranno quindi poter operare sul mercato a condizioni paritarie e non discriminatorie rispetto agli altri soggetti, potendo assumere liberamente i ruoli di cliente finale, di produttore, di fornitore o di gestore dei sistemi di distribuzione. Per quanto riguarda il consumo di energia elettrica autoprodotta, la direttiva prevede che le CEC siano trattate come clienti attivi, in conformità dell'articolo 15, paragrafo 2, lettera e).

La REC è definita, all'articolo 2, comma 16 della RED II, come un soggetto giuridico:

- (i) basato sulla partecipazione aperta e volontaria, autonomo ed effettivamente controllato da azionisti o membri che sono situati nelle vicinanze degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili che appartengono e sono sviluppati dal soggetto giuridico in questione;
- (ii) i cui azionisti o membri sono persone fisiche, PMI o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali;

- (iii) il cui obiettivo principale è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari.

Le REC dovranno avere il diritto di produrre, consumare, immagazzinare e vendere l'energia rinnovabile. Potranno inoltre scambiare, all'interno della stessa comunità, l'energia rinnovabile prodotta dalla stessa e accedere a tutti i mercati dell'energia elettrica appropriati, direttamente o mediante aggregazione, in modo non discriminatorio [20]. Gli Stati membri assicurano che i clienti finali, in particolare i clienti domestici, abbiano il diritto di partecipare a comunità di energia rinnovabile, mantenendo al contempo i loro diritti o doveri in qualità di clienti finali e senza essere soggetti a condizioni o procedure ingiustificate o discriminatorie che ne impedirebbero la partecipazione a una comunità di energia rinnovabile, a condizione che, per quanto riguarda le imprese private, la loro partecipazione non costituisca l'attività commerciale o professionale principale.

La stessa Direttiva RED II introduce anche le definizioni di **autoconsumatori di energia rinnovabile** e di **autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente**:

- l'autoconsumatore di energia rinnovabile è un cliente finale che, operando in propri siti situati entro confini definiti o, se consentito da uno Stato membro, in altri siti, produce energia elettrica rinnovabile per il proprio consumo e può immagazzinare o vendere energia elettrica rinnovabile autoprodotta purché, per un autoconsumatore di energia rinnovabile diverso dai nuclei familiari, tali attività non costituiscano l'attività commerciale o professionale principale;
- gli autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente sono un gruppo di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e si trovano nello stesso edificio o condominio.

A fronte delle differenze tra CEC e REC, gli obiettivi generali di entrambe le comunità energetiche sono:

- promuovere l'accettazione pubblica e lo sviluppo delle fonti rinnovabili a livello decentralizzato;
- promuovere l'efficienza energetica a tutti i livelli;
- promuovere la partecipazione al mercato di utenti che altrimenti non sarebbero stati in grado di farlo;
- consentire la fornitura di energia a prezzi accessibili;
- combattere la vulnerabilità e la povertà energetica, riducendo i costi di fornitura dell'energia ed i consumi promuovendo l'efficienza.

#### 4.1.2 CEC e REC: Analisi comparativa

Questo paragrafo si propone di mettere in luce le principali differenze che sussistono tra CEC e REC. Nel dettaglio, la Tabella 1 riassume le principali differenze che sussistono tra i due concetti di comunità energetica, suddivise per settore energetico, modello organizzativo, partecipazione, controllo, attività e scopo, mentre la Figura 3 effettua un confronto grafico delle principali attività previste nell'ambito delle due comunità energetiche.

Ad una CEC possono partecipare piccole aziende con meno di 50 addetti e fatturato fino a 10 M€, mentre ad una REC possono partecipare anche medie aziende con meno di 250 addetti, fatturato fino a 50 M€ e/o stato patrimoniale fino a 43 M€. Una CEC è basata unicamente su produzione e scambio di energia elettrica, mentre una REC fa riferimento ad energia rinnovabile in generale, quindi anche a produzione e scambio di

energia termica. I partecipanti ad una REC devono essere localizzati in prossimità dei progetti di energia rinnovabile posseduti e sviluppati dalla REC stessa, mentre per i partecipanti ad una CEC non vi è un vincolo di prossimità esplicito. Sebbene gli obiettivi siano gli stessi, le attività ammesse per le CEC risultano essere maggiori rispetto a quelle di pertinenza delle REC: oltre alle attività di produzione, consumo e stoccaggio dell'energia e partecipazione ai mercati, che sono previste per entrambe le configurazioni, le CEC includono anche la predisposizione di servizi di ricarica per veicoli elettrici e la fornitura di servizi di efficienza energetica.

**Tabella 1: Principali differenze tra CEC e REC**

|                           | CEC                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                    | REC                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Settore Energetico</b> | Mercato dell'energia elettrica – include solo la generazione elettrica anche da fonte rinnovabile.                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                    | Mercato dell'energia da fonte rinnovabile – include sia la generazione elettrica che la termica da fonte rinnovabile.                                                   |                                                                                                                                                                                  |
| <b>Forma Giuridica</b>    | Qualunque                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                    | Qualunque                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  |
| <b>Partecipazione</b>     | <b>Struttura</b>                                                                                                                                                                                                                                | <b>Attori</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Struttura</b>                                                                                                                                                        | <b>Attori</b>                                                                                                                                                                    |
|                           | Aperta e volontaria. Ammessa la partecipazione transfrontaliera.                                                                                                                                                                                | Qualsiasi entità. Tuttavia, i membri o gli azionisti che svolgono un'attività commerciale su larga scala e per i quali il settore energetico costituisce un'area primaria dell'attività economica non possono esercitare alcun potere decisionale. | Aperta e volontaria. Ammessa la partecipazione transfrontaliera.                                                                                                        | Persone fisiche; PMI la cui partecipazione non costituisce la principale attività economica; e/o autorità locali.                                                                |
| <b>Controllo</b>          | <b>Struttura</b>                                                                                                                                                                                                                                | <b>Attori</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Struttura</b>                                                                                                                                                        | <b>Attori</b>                                                                                                                                                                    |
|                           | Controllo effettivo                                                                                                                                                                                                                             | Persone fisiche; piccole e micro-imprese; e/o autorità locali.                                                                                                                                                                                     | Controllo effettivo                                                                                                                                                     | Autorità locali; PMI la cui partecipazione non costituisce la principale attività economica; e/o persone fisiche situate in prossimità dei progetti di proprietà della comunità. |
| <b>Attività</b>           | Generazione, distribuzione, fornitura, consumo, condivisione, aggregazione e accumulo di energia elettrica.<br><br>Servizi di efficienza energetica, servizi di ricarica per veicoli elettrici, altri servizi commerciali connessi all'energia. |                                                                                                                                                                                                                                                    | Generazione, distribuzione, consumo, accumulo, vendita, aggregazione, fornitura e condivisione di energia rinnovabile.<br><br>Servizi commerciali connessi all'energia. |                                                                                                                                                                                  |
| <b>Scopo</b>              | Vantaggi sociali, economici e ambientali per i membri/azionisti o l'area locale in cui opera la CEC.                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                    | Vantaggi sociali, economici e ambientali per i membri/azionisti o l'area locale in cui opera la REC.                                                                    |                                                                                                                                                                                  |

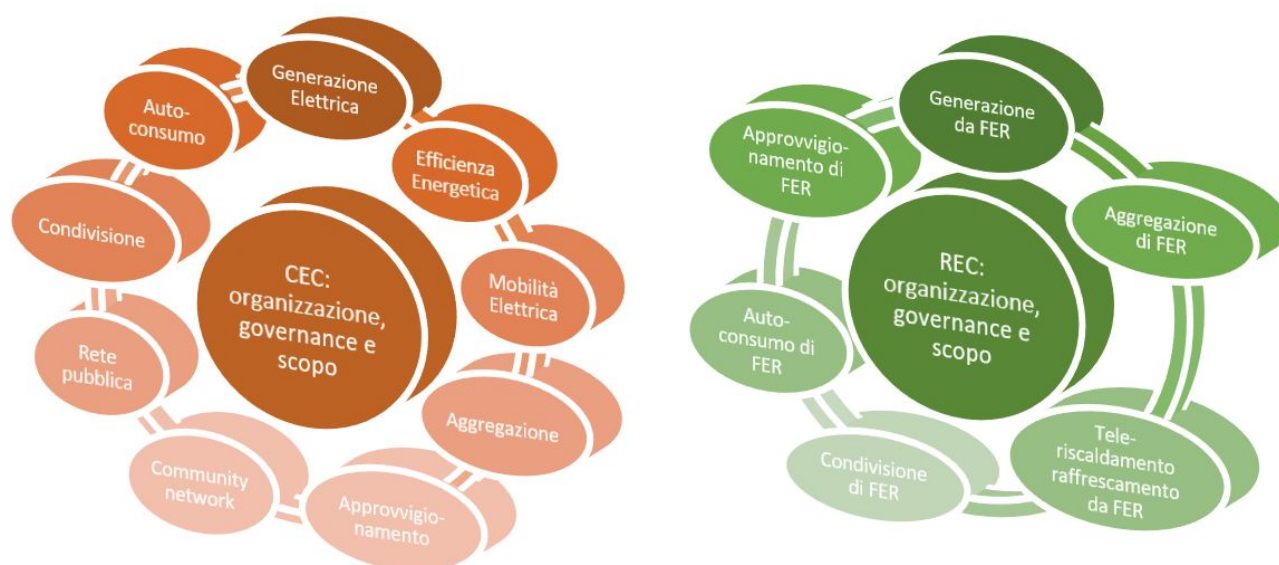


Figura 3: CEC e REC: elementi chiave delle attività a confronto

## 4.2 Ricognizione normativa nazionale sull'autoconsumo e le Energy Community

Le principali configurazioni di autoconsumo permesse in Italia sono:

- lo scambio sul posto;
- i sistemi di distribuzione chiusi (SDC);
- i sistemi semplici di produzione e consumo (SSPC).

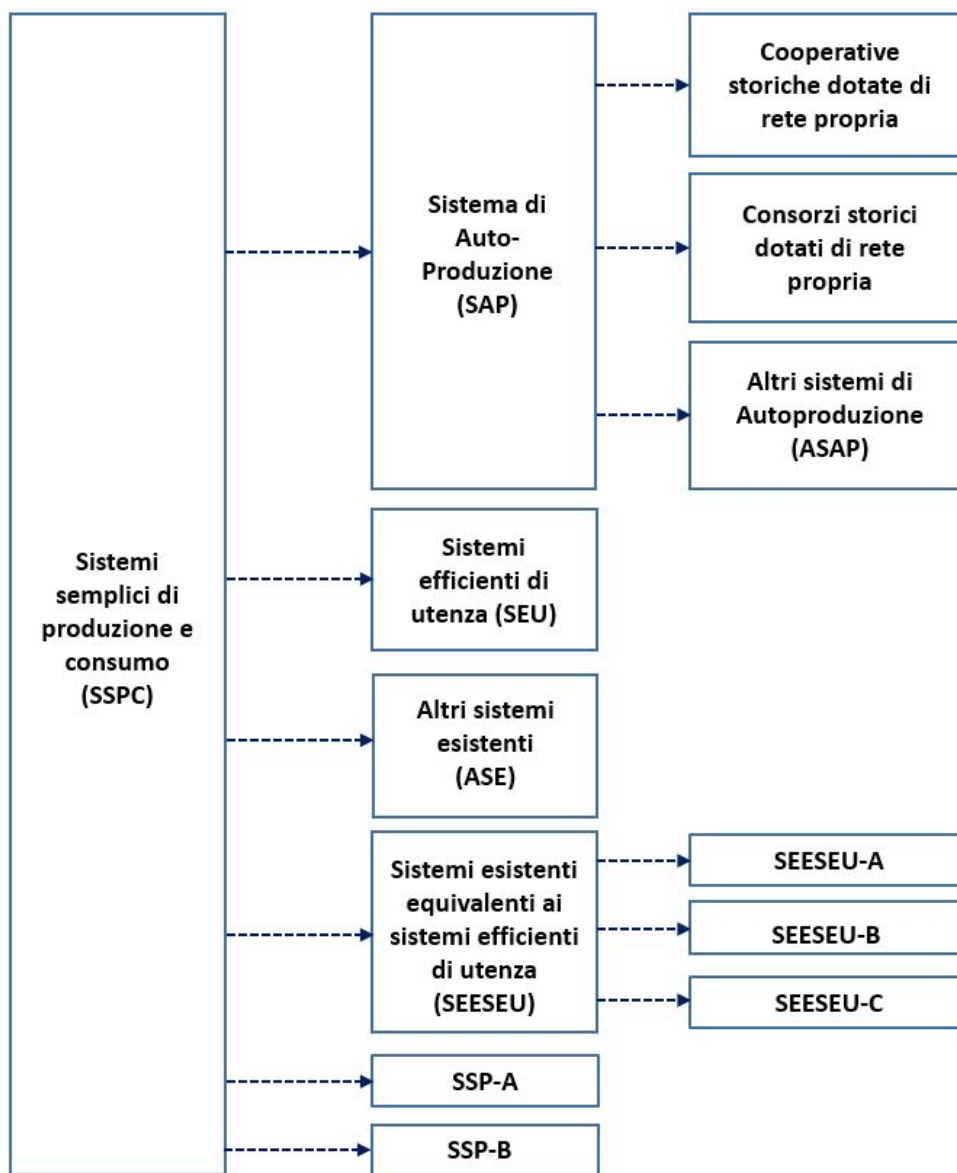
Nel dettaglio, il quadro normativo italiano è rappresentato dalle delibere dell'autorità per l'energia (ARERA) 539/2015/R/eel [21] e 578/2013/R/eel [22]:

- la delibera 539/2015/R/eel definisce la regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di Sistemi di Distribuzione Chiusi (SDC);
- la delibera 578/2013/R/eel definisce le modalità per la regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di configurazioni impiantistiche rientranti nella categoria dei Sistemi Semplici di Produzione e Consumo (SSPC), ivi inclusi i Sistemi Efficienti d'Utenza (SEU).

I **Sistemi di Distribuzione Chiusi (SDC)**, introdotti in recepimento della Direttiva 2009/72/CE [18], sono reti elettriche che distribuiscono energia elettrica all'interno di un sito industriale, commerciale o di servizi condivisi geograficamente limitato e, al netto di particolari eccezioni espressamente previste, non riforniscono clienti civili. Tali reti, nella titolarità di soggetti diversi da Terna e dalle imprese distributrici, sono sistemi elettrici caratterizzati dal fatto che per specifiche ragioni tecniche o di sicurezza, le operazioni o il processo di produzione degli utenti del sistema in questione sono integrati oppure dal fatto che il sistema distribuisce energia elettrica principalmente al proprietario o al gestore del sistema o alle loro imprese correlate [23] [24].

Le tipologie di SDC normate dal regolatore sono le RIU (Reti Interne d'Utenza) e gli ASDC (Altri Sistemi di Distribuzione Chiusi): le RIU sono reti industriali esistenti al 2009 e connesse alle reti pubbliche di alta e altissima tensione; gli ASDC sono le altre reti esistenti al 2009 che rispettano la definizione di SDC.

I **Sistemi Semplici di Produzione e Consumo (SSPC)** sono caratterizzati dall'insieme dei sistemi elettrici, connessi direttamente o indirettamente alla rete pubblica, all'interno dei quali il trasporto di energia elettrica per la consegna alle unità di consumo non si configura come attività di trasmissione e/o distribuzione, ma come auto-provvigionamento energetico. Come riportato in Figura 4, tali sistemi comprendono [23] [24]:



**Figura 4: Rappresentazione schematica delle tipologie di SSPC**

- **Sistemi di autoproduzione (SAP).** Questi a loro volta si suddividono in:
  - i) cooperative storiche dotate di rete propria. Appartengono a tale categoria le società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, che hanno nella propria disponibilità una rete per il trasporto e la fornitura dell'energia elettrica ai propri soci;

- ii) consorzi storici dotati di rete propria. Appartengono a tale categoria i consorzi o le società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente al 1 aprile 1999, che hanno nella propria disponibilità una rete per il trasporto e la fornitura dell'energia elettrica ai propri soci;
- iii) altri sistemi di autoproduzione (ASAP). Gli ASAP sono sistemi in cui una persona fisica o giuridica produce energia elettrica e, tramite collegamenti privati, la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante.
- **Sistemi efficienti di utenza (SEU).** I SEU sono sistemi in cui uno o più impianti di produzione di energia elettrica, con potenza complessivamente non superiore a 20 MW<sub>e</sub> e complessivamente installata sullo stesso sito, alimentati da fonti rinnovabili ovvero in assetto cogenerativo ad alto rendimento, gestiti dal medesimo produttore, eventualmente diverso dal cliente finale, sono direttamente connessi, per il tramite di un collegamento privato senza obbligo di connessione di terzi, all'unità di consumo di un solo cliente finale (persona fisica o giuridica) e sono realizzati all'interno di un'area, senza soluzione di continuità, al netto di strade, strade ferrate, corsi d'acqua e laghi, di proprietà o nella piena disponibilità del medesimo cliente e da questi, in parte, messa a disposizione del produttore o dei proprietari dei relativi impianti di produzione.
- **Altri sistemi esistenti (ASE).** Gli ASE sono sistemi, non già rientranti nelle altre configurazioni definite con il presente provvedimento nell'ambito degli SSPC, in cui una linea elettrica di trasporto collega una o più unità di produzione gestite, in qualità di produttore, dalla medesima persona giuridica o da persone giuridiche diverse purché tutte appartenenti al medesimo gruppo societario, ad una unità di consumo gestita da una persona fisica in qualità di cliente finale o ad una o più unità di consumo gestite, in qualità di cliente finale, dalla medesima persona giuridica o da persone giuridiche diverse purché tutte appartenenti al medesimo gruppo societario. In sostanza, gli ASE vengono definiti al fine di attribuire una qualifica a tutti i sistemi esistenti, non classificabili tra le reti elettriche, che non possono rientrare nelle altre tipologie espressamente previste dalle leggi vigenti.
- **Sistemi esistenti equivalenti ai sistemi efficienti di utenza (SESEU).** I SESEU si differenziano in varie tipologie (SESEU-A, SESEU-B, SESEU-C) a seconda della rispondenza o meno a determinati requisiti. Nel dettaglio, con riferimento ai seguenti requisiti, essi soddisfano i punti i) e ii), e almeno uno dei punti iii), iv) e v):
  - i) sono realizzazioni per le quali l'iter autorizzativo, relativo alla realizzazione di tutti gli elementi principali (unità di consumo e di produzione, relativi collegamenti privati e alla rete pubblica) che la caratterizzano è stato avviato in data antecedente al 4 luglio 2008;
  - ii) sono sistemi esistenti all'1 gennaio 2014, ovvero sono sistemi per cui, alla predetta data, sono stati avviati i lavori di realizzazione ovvero sono state ottenute tutte le autorizzazioni previste dalla normativa vigente;
  - iii) sono sistemi che rispettano i requisiti previsti per i SEU;
  - iv) sono sistemi che connettono, per il tramite di un collegamento privato senza obbligo di connessione di terzi, esclusivamente unità di produzione e di consumo di energia elettrica gestite dal medesimo soggetto giuridico che riveste, quindi, il ruolo di produttore e di unico cliente finale all'interno di tale sistema. L'univocità del soggetto giuridico deve essere verificata all'1 gennaio 2014 ovvero, qualora successiva, alla data di entrata in esercizio del predetto sistema;
  - v) sono SSPC già in esercizio alla data di entrata in vigore del presente provvedimento.

- Gli **SSP-A** sono ASSPC in regime di scambio sul posto caratterizzati da soli impianti di produzione alimentati da fonti rinnovabili e con una potenza installata complessiva non superiore a 20 kW.
- Gli **SSP-B** sono ASSPC in regime di scambio sul posto non rientranti nella categoria di SSP-A.

#### 4.2.1 Le novità introdotte dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima

Il 21 gennaio 2020 il Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) [25], predisposto con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che recepisce le novità contenute nel Decreto Legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il Green New Deal previste nella Legge di Bilancio 2020. Con il PNIEC vengono stabiliti i target nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento. I principali obiettivi del PNIEC italiano al 2030 sono:

- una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per il nostro Paese dalla UE;
- una quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti del 22% a fronte del 14% previsto dalla UE;
- una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 del 43% a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
- la riduzione dei "gas serra", rispetto al 2005, per tutti i settori non ETS del 33%, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE.

Tra gli obiettivi generali perseguiti dall'Italia vi è, inoltre, quello di mettere il cittadino e le imprese al centro, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica e non solo soggetti finanziatori delle politiche attive; ciò significa promozione dell'autoconsumo e delle comunità dell'energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e massima trasparenza del segmento della vendita, in modo che il consumatore possa trarre benefici da un mercato concorrenziale.

Le principali misure del PNIEC italiano a favore dell'autoconsumo sono:

- la promozione dell'autoconsumo singolo e collettivo con misure che prevedano l'applicazione delle componenti variabili degli oneri di rete e degli oneri di sistema solo sull'energia elettrica prelevata dalla rete pubblica e non su quella autoconsumata. Tale esenzione verrà monitorata nel tempo al fine di garantire un'equa ripartizione dei costi tra tutti i clienti finali;
- regolamentazione delle comunità energetiche rinnovabili;
- evoluzione dello scambio sul posto a favore di un premio riconosciuto agli impianti (anche in esercizio) dotati di sistemi di accumulo;
- potenziamento della quota minima di FER negli edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti ed estensione progressiva e graduale di obbligo minimo di FER anche negli edifici esistenti;
- procedure semplificate per impianti di impianti fino a 1 MW;

- aggregazione di piccoli impianti ai fini della partecipazione alle procedure di accesso agli incentivi sull'energia immessa in rete.

#### 4.2.2 Principali barriere nazionali all'implementazione delle Energy Community

Le principali barriere che ostacolano una diffusione fattiva delle Energy Community sono principalmente riconducibili a fattori socio-economici, ambientali, istituzionali e tecnologici [26].

Nel contesto nazionale, gran parte delle soluzioni tecnologiche per la produzione e l'utilizzo dell'energia risultano avere un grado di maturità medio-alto; pertanto, l'evoluzione del quadro normativo-regolatorio appare il fattore più rilevante per l'effettiva diffusione delle Energy Community [27]. Le iniziative attualmente in fase di realizzazione nel nostro Paese sul tema Energy Community sono in numero piuttosto limitato. Ciò deriva essenzialmente dal fatto che, il quadro normativo-regolatorio italiano non prevede una definizione di Energy Community; inoltre, questo si focalizza prevalentemente sull'incentivazione di soluzioni tecnologiche singole, trascurando le aggregazioni di più tecnologie/utenti. Alcune delle configurazioni impiantistiche attualmente normate, inoltre, scontano criticità che di fatto ne limitano la portata e ne rallentano la diffusione, mentre altre risultano inapplicabili a causa di vincoli temporali di entrata in esercizio.

Le categorie di utenze energetiche potenzialmente interessate a costituirsi parte di una Energy Community sono molteplici. In particolare: (i) utenze in ambito residenziale, quali ad esempio i condomini ed i complessi residenziali; (ii) utenze in ambito industriale, quali ad esempio i distretti industriali; (iii) utenze in ambito terziario, quali ad esempio i centri commerciali/logistici ed i complessi ospedalieri. In particolare, le aggregazioni di utenze che si costituiscono in una Energy Community possono essere sia omogenee, nel caso in cui facciano parte della medesima categoria, o miste, se invece appartengono a categorie differenti.

Il modello di Energy Community italiano presenta un'elevata fattibilità economica solo negli ambiti industriale e terziario; nel settore residenziale, a fronte di elevati benefici sistemici potenzialmente conseguibili, presenta invece una ridotta fattibilità economica. Pertanto, appare auspicabile l'avvio di un processo di regolazione di questo modello, valutando inoltre possibili strumenti di incentivazione ad hoc che ne rendano sostenibile l'investimento.

Risulta chiaro che a parità di dinamiche tecnologiche, un'evoluzione più rapida del quadro normativo-regolatorio determinerebbe la possibilità di raddoppiare il numero di Energy Community realizzate sul territorio. Appare pertanto necessario che il Legislatore definisca un quadro normativo-regolatorio mirato alla effettiva promozione e diffusione delle Energy Community, tenendo opportunamente in considerazione i benefici connessi alla loro diffusione.

## 5 Caratterizzazione delle Energy Community

Nel presente capitolo, è riportata l'attività svolta nella fase III della corrente annualità, che è stata dedicata alla caratterizzazione tecnico-tecnologica delle Energy Community mediante l'analisi delle diverse opzioni di integrazione dei sistemi energetici, l'identificazione degli attributi principali delle comunità energetiche locali integrate e la mappatura delle soluzioni tecnologiche abilitanti e degli attori principali con i relativi interessi nello sviluppo di questo nuovo paradigma energetico.

### 5.1 Opzioni di integrazione dei sistemi energetici

Come già menzionato in precedenza, una delle sfide principali dei futuri sistemi energetici è legata all'integrazione di livelli crescenti di risorse energetiche distribuite a livello locale. Per far fronte a questa sfida, esistono diverse opzioni di integrazione dei sistemi energetici, tra cui le *Virtual Power Plant* (VPP), le *community microgrid*, gli hub energetici e le comunità energetiche locali integrate, discusse di seguito:

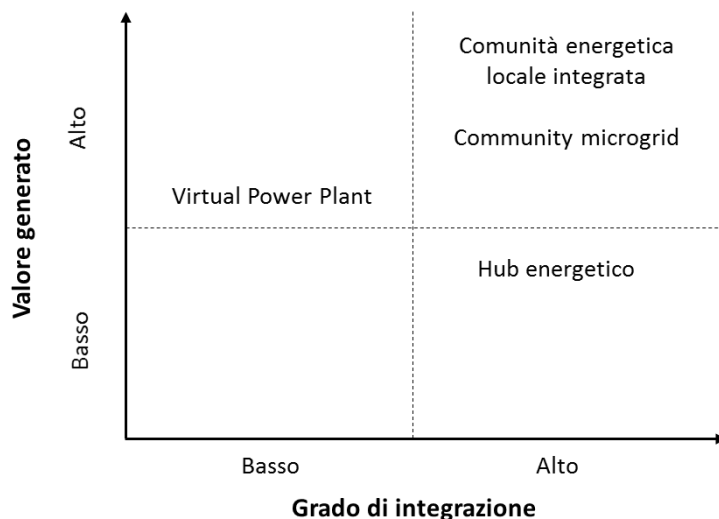
- **Virtual Power Plant (VPP):** le centrali elettriche virtuali consentono di aggregare impianti diversi mediante l'utilizzo di un unico sistema di controllo, che permette di gestire la produzione, l'accumulo e la domanda di energia in modo intelligente. In dettaglio, le VPP sono un gruppo di unità di generazione, carichi flessibili e unità di accumulo distribuiti su un territorio, raggruppati per funzionare come un'unica entità. Le VPP sono estremamente flessibili e possono interfacciarsi con il mercato dell'energia come un unico grande impianto, supportando la rete sia nella fornitura di energia ma anche per servizi di bilanciamento e regolazione, contribuendo così alla graduale sostituzione delle centrali elettriche centralizzate. In una VPP, possono confluire molteplici tecnologie quali impianti fotovoltaici, centrali eoliche, impianti a biogas, centrali idroelettriche, impianti di cogenerazione, microreti, batterie, veicoli elettrici, etc.
- **Community microgrid:** le *community microgrid* comprendono cluster di risorse energetiche distribuite, controllate localmente, intese come un unico punto di domanda o fornitura sia dal punto di vista elettrico, che dal punto di vista del mercato. Le microreti, se necessario, possono funzionare in isola, disconnettendosi dalla rete nazionale. Tra i principali vantaggi di tale configurazione vi è la capacità di favorire la penetrazione di risorse energetiche distribuite quali solare, eolico, cogenerazione, *demand response* e accumulo in tutte le sue forme. Inoltre, tale opzione di integrazione consente di utilizzare le risorse disponibili in loco per soddisfare la domanda locale di energia, riducendo così le perdite di rete e aumentando l'efficienza dei sistemi di approvvigionamento energetico.
- **Hub energetico:** gli hub energetici sono in grado di gestire i flussi di energia in un distretto attraverso l'ottimizzazione di più vettori energetici quali elettricità, gas, energia termica e di raffrescamento. In dettaglio, un hub energetico si caratterizza come un'unità in cui è possibile convertire e accumulare molteplici vettori energetici, consumando energia in input mediante il collegamento alle infrastrutture di elettricità e gas naturale, e fornendo servizi energetici quali elettricità, energia termica e di raffrescamento, in output agli utenti.
- **Comunità energetica locale integrata:** Le comunità energetiche locali integrate acquisiscono gli attributi di tutte le opzioni di integrazione sopra descritte e li applicano ad un sistema energetico a livello di comunità. Tale opzione di integrazione si configura come un paradigma innovativo per riorganizzare i sistemi energetici locali mediante un approccio integrato e ottimizzato che consente di soddisfare il fabbisogno energetico di una comunità locale attraverso soluzioni tecnologiche quali cogenerazione o trigenerazione ad alta efficienza e tecnologie alimentate da fonti rinnovabili abbinate a soluzioni di accumulo energetico.

Tali opzioni di integrazione sono messe a confronto in Tabella 2, con riferimento ai differenti obiettivi che le caratterizzano.

**Tabella 2: Confronto tra le diverse opzioni di integrazione**

| Opzione di integrazione                     | Obiettivo                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Virtual Power Plant (VPP)</b>            | Aggregare e gestire le risorse energetiche distribuite                                                                                                                                        |
| <b>Community microgrid</b>                  | Ottimizzazione delle risorse di generazione elettrica e dei carichi controllabili per aumentare la resilienza nella comunità                                                                  |
| <b>Hub energetico</b>                       | Ottimizzazione di molteplici vettori energetici, quali elettricità, gas, energia termica e di raffrescamento                                                                                  |
| <b>Comunità energetica locale integrata</b> | Approccio integrato per soddisfare il fabbisogno energetico di comunità locali attraverso la gestione ottimizzata di risorse energetiche distribuite, carichi flessibili e unità di accumulo. |

Ciascuna di queste opzioni di integrazione è caratterizzata da una certa generazione di valore e un certo grado di integrazione. In dettaglio, la generazione di valore si riferisce al valore creato per altri sistemi energetici, ad esempio attraverso la fornitura di servizi a sistemi esterni come altre comunità o sistemi energetici più grandi come il sistema elettrico. Il grado di integrazione si riferisce invece alla creazione di valore interno, come, ad esempio, la possibilità di garantire un certo grado di autosufficienza per la comunità di utenti in esame. Si mostra in Figura 5 la rappresentazione analitica del valore generato e del grado di integrazione per le diverse opzioni analizzate.



**Figura 5: Rappresentazione analitica del valore generato e del grado di integrazione per le diverse opzioni analizzate. Elaborata da ENEA da dati provenienti da [26]**

Si può notare che sia le *community microgrid* che le comunità energetiche locali integrate sono caratterizzate da un elevato valore generato e da un alto grado di integrazione. Infatti, entrambe queste opzioni di integrazione sono in grado di fornire servizi energetici, servizi funzionali, quali riserva primaria, secondaria e terziaria, e servizi di rete, quali controllo della tensione, gestione delle congestioni e riduzione delle perdite. Tuttavia, le comunità energetiche locali integrate sono caratterizzate da un maggior valore generato grazie all'elevato livello di coinvolgimento degli utenti della comunità nella gestione del sistema energetico [26].

## 5.2 *Attributi principali delle comunità energetiche locali integrate*

Gli attributi principali da considerare per una comunità energetica locale integrata sono:

- Confini del sistema;
- Criteri di valutazione;
- Categorizzazione del sistema;
- Scambio locale di energia.

Con riferimento ai **confini del sistema**, la comunità energetica locale integrata è caratterizzata da confini ben definiti, trattandosi di un'unità specifica nell'ambito del sistema energetico, che consente l'integrazione delle risorse energetiche distribuite su differenti scale. Generalmente, i sistemi energetici integrati possono essere realizzati a livello locale combinando, ad esempio, impianti fotovoltaici, turbine eoliche di piccola taglia e impianti di cogenerazione, con una rete di teleriscaldamento e sistemi di accumulo distribuito. Il vantaggio di estendersi a più edifici, intesi come utenti della comunità locale, risiede nella disponibilità di avere a disposizione molteplici risorse di generazione e unità di consumo, aumentando in tal modo la flessibilità del sistema nel suo complesso e il valore complessivo estraibile. Le comunità energetiche locali integrate promuovono il bilanciamento locale e lo scambio strategico con i sistemi esterni quali la rete elettrica e la rete gas. In tal modo, esse hanno la possibilità di interagire con altri sistemi, siano essi altre comunità o sistemi energetici più grandi quali, ad esempio, il sistema elettrico. Questa interazione con il sistema esterno garantisce che la comunità riceva energia quando la generazione locale non è sufficiente per soddisfare il fabbisogno degli utenti.

I **criteri di valutazione** da considerare affinché un sistema energetico possa essere qualificato come comunità energetica locale integrata sono definiti di seguito:

- *Località*: la generazione locale di energia elettrica e termica dovrebbe essere utilizzata per garantire l'autosufficienza della comunità attraverso lo scambio di energia locale tra gli utenti della comunità stessa.
- *Modularità*: Il sistema dovrebbe essere caratterizzato da un elevato livello di modularità ed essere in grado di far fronte al potenziale ingresso di nuovi membri e/o all'eventuale uscita dei suoi membri originari. Inoltre l'elevato livello di modularità dovrebbe garantire la possibilità di inclusione di nuove tecnologie a livello di singolo edificio o di comunità per far fronte all'incremento del fabbisogno energetico degli utenti.
- *Flessibilità*: uno dei criteri fondamentali per una comunità energetica locale integrata è la flessibilità, da ottenere mediante una gestione ottimizzata delle risorse, servizi di *demand response* e bilanciamento locale. Tale flessibilità può essere anche utilizzata per fornire servizi energetici e servizi funzionali di sistema.
- *Intelligenza*: il sistema dovrebbe essere smart per consentire il coordinamento dei flussi di energia e di informazioni garantendo il bilanciamento tra fornitura e domanda di energia a livello locale.
- *Sinergia*: il sistema dovrebbe garantire un elevato grado di sinergia tra i diversi vettori energetici e le tecnologie associate.
- *Coinvolgimento del cliente*: il sistema dovrebbe coinvolgere gli utenti finali attraverso strumenti quali la condivisione e lo scambio di energia locale e l'utilizzo di incentivi economici.

- **Efficienza:** il sistema dovrebbe essere efficiente e sostenibile sia dal punto di vista energetico che economico.

Con riferimento alla **categorizzazione**, tali sistemi possono essere classificati in diversi gruppi, in base alle loro attività e funzioni, la scala di applicazione, la connessione alla rete, la tipologia di promotore dell'iniziativa e la localizzazione, come mostrato in Tabella 4.

**Tabella 3: Categorizzazione delle comunità energetiche locali integrate**

| Prospettiva                                   | Categorizzazione                                                                                        |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Attività e funzioni</i>                    | Generazione locale, accumulo energetico e <i>demand response</i><br>Scambio e commercio di energia      |
| <i>Scala di applicazione</i>                  | Grande/macro: città, regione<br>Medio: quartiere<br>Piccolo/micro: singolo edificio, cluster di edifici |
| <i>Connessione alla rete</i>                  | Connesso alla rete<br>Modalità in isola                                                                 |
| <i>Tipologia di promotore dell'iniziativa</i> | Cittadini<br>Imprese private<br>Azione governativa                                                      |
| <i>Localizzazione</i>                         | Area urbana<br>Area rurale                                                                              |

Infine, lo **scambio di energia locale** è uno degli attributi più importanti di una comunità energetica locale integrata. In dettaglio, nell'ambito della comunità, gli utenti devono essere in grado di scambiare energia a livello locale al fine di soddisfare il proprio fabbisogno energetico. La connessione del sistema alla rete consente di effettuare uno scambio strategico con le varie forme di mercato elettrico.

### 5.3 Mappatura delle soluzioni tecnologiche abilitanti

Il progresso che ha interessato negli ultimi anni le smart grid relativamente allo sviluppo di tecnologie per la gestione di sistemi energetici decentralizzati e di tecnologie ICT (*Information and Communication Technologies*), forniscono la base per le soluzioni tecnologiche abilitanti per le comunità energetiche locali integrate. In dettaglio, la realizzazione di una comunità dell'energia necessita dell'adozione di tecnologie di generazione distribuita e di soluzioni tecnologiche per la gestione intelligente dei flussi energetici e delle relative informazioni. Ciascuna delle soluzioni tecnologiche abilitanti può essere caratterizzata in termini di funzionalità, grado di centralizzazione e grado di maturità tecnologica.

Con riferimento alla **funzionalità** che la specifica tecnologia assolve in una comunità dell'energia, è possibile individuare tre differenti categorie [27]:

- **Produzione ed utilizzo dell'energia:** In questa categoria, ricadono le tecnologie che consentono di produrre in loco l'energia di cui necessitano le utenze della comunità e di consumare tale energia in modo efficiente e smart. Tale categoria si suddivide a sua volta in due sottocategorie, ovvero produzione locale e flessibilità lato domanda, come discusso nel seguito.
- **Gestione, controllo e monitoraggio dei flussi energetici:** in tale categoria, ricadono le tecnologie che consentono di controllare da remoto gli asset di produzione, distribuzione, accumulo e consumo di

energia presenti all'interno della comunità e di controllare e monitorare i flussi energetici. Tali tecnologie si suddividono a loro volta in sistemi software e hardware. I sistemi software consentono, in fase previsionale, di elaborare le previsioni di consumo di energia da parte degli utenti della comunità e di produzione da parte degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili; inoltre, sempre in tale fase, consentono di pianificare il funzionamento ottimale degli asset di produzione, accumulo e consumo di energia; in fase di esercizio degli impianti, consentono di ottimizzare il funzionamento delle tecnologie sulla base delle effettive condizioni di funzionamento. I sistemi hardware di gestione, controllo e monitoraggio dei flussi energetici contribuiscono al governo della comunità, impartendo le relative modalità di funzionamento sulla base delle scelte effettuate dal software di gestione e della misurazione in loco dei principali parametri di funzionamento della comunità.

- **Distribuzione dei flussi energetici ed informativi:** in questa categoria, ricadono le tecnologie che consentono di distribuire i flussi energetici ed informativi tra gli asset di produzione, distribuzione, accumulo e consumo di energia presenti all'interno della comunità ed i relativi sistemi di gestione. In dettaglio, in tale categoria, ricadono le reti fisiche di distribuzione di energia elettrica e termica (rete di teleriscaldamento) e l'infrastruttura di comunicazione che abilita lo scambio informativo tra i vari asset della comunità per garantire il loro corretto funzionamento.

Con **grado di centralizzazione**, si fa riferimento all'ambito di applicazione della tecnologia, ovvero all'applicabilità presso una singola utenza energetica (edificio) e/o a livello di comunità a servizio di più utenze energetiche. Si mostra in Tabella 4, la categorizzazione delle soluzioni tecnologiche abilitanti una comunità energetica locale integrata in funzione del grado di centralizzazione.

**Tabella 4: Soluzioni tecnologiche abilitanti per le comunità energetiche locali integrate**

| Categoria                        | Tecnologie                                                                             |                                                                      |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                  | A livello di edificio                                                                  | A livello di comunità                                                |
| <i>Produzione locale</i>         | Micro-cogeneratori                                                                     | Cogeneratore                                                         |
|                                  | Generatori elettrici con motori a combustione interna                                  | Generatori elettrici con motori a combustione interna                |
|                                  | Celle a combustibile                                                                   | Generatori elettrici alimentati a biomassa                           |
|                                  | Collettori solari                                                                      | Celle a combustibile                                                 |
|                                  | Tetti fotovoltaici                                                                     | Impianto solare termico                                              |
|                                  | Micro-eolico                                                                           | Impianto fotovoltaico                                                |
|                                  | Pompe di calore                                                                        | Parco eolico                                                         |
|                                  | Assorbitori                                                                            |                                                                      |
|                                  |                                                                                        |                                                                      |
| <i>Flessibilità lato domanda</i> | Carichi flessibili (rappresentati da elettrodomestici quali lavastoviglie e lavatrice) | Accumulo distribuito                                                 |
|                                  | Mobilità elettrica                                                                     | Sistemi BEMS ( <i>Battery Energy Management System</i> ) di comunità |
|                                  | Accumulo elettrico e termico                                                           | Sistema di Energy Management System per la comunità                  |
|                                  | Sistema BEMS ( <i>Battery Energy Management System</i> )                               |                                                                      |
|                                  | Sistema di <i>Home/Building Energy Management System</i>                               |                                                                      |

Questi sistemi sono caratterizzati da una gestione attiva dei flussi di informazioni e di energia tra le unità di generazione distribuita, di accumulo, di consumo e di carichi flessibili, il cui controllo e corretto

funzionamento è assicurato da tecnologie di gestione dell'energia, quali *home/building energy management system*, *battery energy management system* e *community energy management system*.

Come si nota in Tabella 4, le soluzioni tecnologiche che interessano una comunità energetica locale integrata sono suddivise in due categorie in base alla funzionalità della tecnologia, come discusso di seguito:

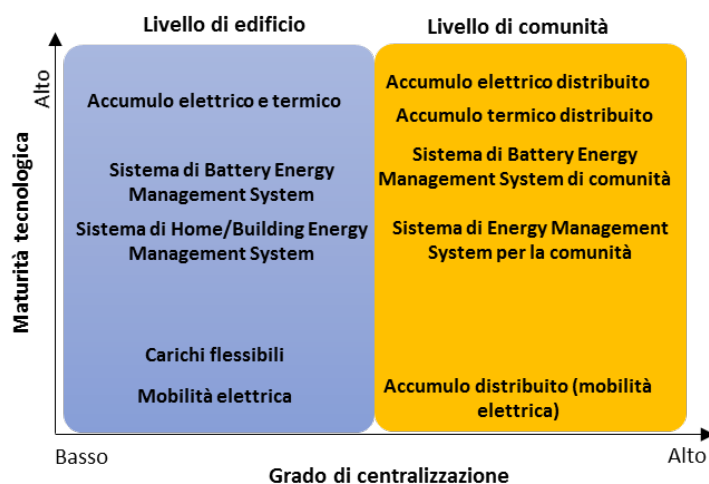
- **Produzione locale**, una categoria, che a sua volta comprende soluzioni tecnologiche alimentate da fonti energetiche intermittenti, quali solare e eolica, e soluzioni tecnologiche “flessibili”, che, alimentate da fonti fossili, consentono di bilanciare le fluttuazioni tra fornitura e domanda di energia, garantendo pertanto il bilanciamento locale istante per istante. I motori a combustione interna (MCI) alimentati da combustibili fossili, quali Diesel e gas naturale sono tra le tecnologie maggiormente utilizzate nell'ambito di tali sistemi, soprattutto in applicazioni di cogenerazione e trigenerazione per produzione combinata di energia elettrica e termica. Il range di taglie disponibili sul mercato va da pochi kW ai MW. Questa tecnologia ha il vantaggio del basso costo di installazione, ma lo svantaggio di avere elevate emissioni e costi di manutenzione non trascurabili. Una miscela impropria di aria/combustibile, nonché l'eccessivo raffreddamento dei cilindri provoca, infatti, emissioni di monossido di carbonio, e di idrocarburi, mentre il processo di combustione genera  $\text{NO}_x$ . Tali effetti negativi sono ridotti nel caso di motori alimentati a gas naturale che si stanno diffondendo negli ultimi anni. Questi motori, infatti, offrono la combinazione di efficienza ed affidabilità di un motore Diesel, con emissioni di  $\text{NO}_x$  minime rispetto al suo equivalente Diesel. In assetto cogenerativo, le principali fonti di calore potenzialmente utilizzabili per il recupero di energia termica, sono i gas di scarico, l'acqua di raffreddamento, l'olio lubrificante e l'aria di sovralimentazione disponibile solo nel caso di motori turbocompressi. Le celle a combustibile sono invece fra i sistemi più promettenti per la produzione di energia elettrica in loco, sia per le loro caratteristiche favorevoli in ambito energetico ed ambientale, che per la varietà delle possibili applicazioni. Tale tecnologia trova, infatti, impiego in settori che vanno dalla generazione distribuita, alla cogenerazione residenziale e industriale, alla generazione portatile e alla trazione. In generale, il principale vantaggio di questa tecnologia è legato all'elevata efficienza, anche a carico parziale, nonché al basso livello di emissioni e alla quasi totale assenza di parti rotanti. In applicazioni di cogenerazione, l'efficienza totale può infatti arrivare a valori anche superiori all'85%.
- **Flessibilità lato domanda**, una categoria che comprende una serie di soluzioni tecnologiche per la gestione della domanda flessibile. Il coinvolgimento dell'utente finale è infatti reso efficace mediante l'adozione di sistemi di energy management quali *home/building energy management system* e *community energy management system*. Altre soluzioni tecnologiche di particolare rilievo che ricadono in questa categoria sono i veicoli elettrici, l'accumulo energetico e i carichi flessibili, i quali possono essere “programmati” al fine di garantire il bilanciamento con la generazione locale di energia. A livello di comunità, assume un ruolo chiave l'accumulo distribuito, che può costituire una valida soluzione alle problematiche legate alla diffusione dei veicoli elettrici. In assenza di opportune logiche di controllo, infatti, la maggior frequenza di ricarica dei veicoli elettrici in determinati periodi della giornata determina dei potenziali rischi di sovraccarico della rete. In queste circostanze, si possono apprezzare i vantaggi derivanti da un sistema di accumulo distribuito e ubicato presso gli utenti della comunità, che pur essendo privi di impianti di generazione da FER in loco, possono però ricaricare i propri sistemi di accumulo presso le loro abitazioni, durante le ore di assenza dall'abitazione. L'energia così accumulata durante le ore del giorno presso le abitazioni degli utenti, quando ad esempio è massima la produzione da fonte fotovoltaica, può essere “riversata” nel sistema di accumulo dell'autovettura nelle ore serali (nonostante la non elevata efficienza dell'operazione), mitigando gli effetti della cosiddetta “duck curve” particolarmente evidenti nelle ore serali a causa delle “rampe in salita” molto ripide a cui possono essere chiamati i generatori convenzionali da fonte fossile. L'importanza di predisporre di soluzioni di flessibilità aumenta con l'aumentare della frazione di generazione non dispacciabile nel futuro mix energetico. L'utente finale

“evolve la sua posizione” da consumatore passivo a produttore di energia, diventando un vero e proprio attore attivo della rete grazie alle nuove soluzioni ICT. L’aumento della penetrazione della quota di rinnovabile e di altre tecnologie di generazione a basse emissioni di carbonio, nonché l’avanzamento delle tecnologie ICT, rappresentano infatti i principali promotori delle soluzioni tecnologiche che consentono una gestione attiva della domanda.

Per **grado di maturità**, si intende il miglioramento atteso delle performance tecnico-economiche rispetto alle prestazioni attuali. Si mostra nella Figura 6 e nella Figura 7, la rappresentazione grafica rispettivamente delle tecnologie per la produzione locale di energia e per la gestione della domanda flessibile, in funzione del grado di centralizzazione e della maturità tecnologica.



**Figura 6: Rappresentazione grafica delle tecnologie per la produzione locale di energia in funzione del grado di centralizzazione e della maturità tecnologica. Elaborata da ENEA da dati provenienti da [26], [27]**



**Figura 7: Rappresentazione grafica delle tecnologie per la gestione della domanda flessibile in funzione del grado di centralizzazione e della maturità tecnologica. Elaborata da ENEA da dati provenienti da [26], [27]**

#### 5.4 Attori principali e relativi interessi nello sviluppo di questo nuovo paradigma energetico

La fornitura di energia agli utenti finali si basa su una serie di processi che vanno dalla generazione, la trasmissione e distribuzione dell’energia, alla conversione e l’accumulo, fino ad arrivare al consumo da parte dell’utente finale. Tali processi a loro volta interessano una molteplicità di attori interdipendenti nella

realizzazione dei loro obiettivi. Anche nell'ambito di una comunità energetica locale integrata, esistono diversi attori con interessi e obiettivi differenti, che spesso possono essere in conflitto tra loro. Ad esempio, gli utenti della comunità desiderano disporre di energia a basso costo, gli aggregatori cercano di massimizzare il valore della flessibilità degli utenti nelle varie forme di mercato, mentre i decisori politici sono interessati a garantire un approvvigionamento energetico sostenibile a basso impatto ambientale, al fine di promuovere la transizione energetica. La Tabella 5 fornisce un riepilogo dettagliato dei vari attori con i relativi interessi nello sviluppo di comunità energetiche locali integrate.

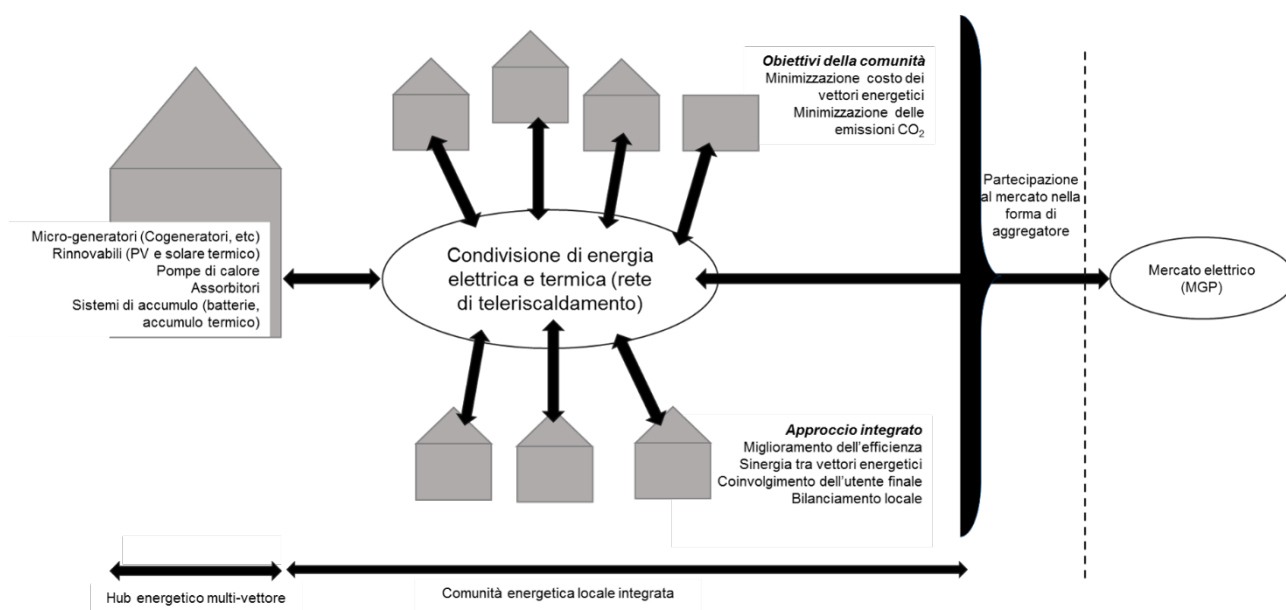
**Tabella 5: Attori e relativi interessi nello sviluppo di comunità energetiche locali integrate.**

| <b>Attori</b>                                | <b>Interessi privati</b>                                                                                                                                   | <b>Interessi di sistema</b>                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Utenti della comunità</i>                 | Utilizzo di energia in loco, a prezzi accessibili e pulita<br>Riduzione del costo dei vettori energetici, fornitura di energia locale                      | Vendita di energia in eccesso e acquisto di energia mancante<br>Riduzione delle emissioni, indipendenza energetica, sicurezza di approvvigionamento, resilienza |
| <i>Produttori</i>                            | Opportunità di investimento in sistemi energetici locali (massimizzazione del profitto)                                                                    | -                                                                                                                                                               |
| <i>Fornitori di energia</i>                  | Opportunità di profitto derivante da un deficit di fornitura di energia                                                                                    | Incremento della quota di rinnovabile nel portafoglio di risorse                                                                                                |
| <i>ESCO</i>                                  | Possibilità di profitto derivante dall'implementazione di misure di efficienza energetica e dalla gestione ottimizzata della generazione locale            | Ruolo nelle attività di miglioramento dell'efficienza energetica e nella gestione della generazione locale                                                      |
| <i>Fornitori di tecnologie</i>               | Possibilità di profitto derivante dalla vendita di tecnologie per trasformare il panorama energetico esistente sia in termini di produzione che di consumo | Promozione della generazione locale e delle tecnologie per la gestione dei carichi attivi                                                                       |
| <i>Aggregatori</i>                           | Modello di business per generare profitti, massimizzando il valore della flessibilità nelle varie forme di mercato                                         | Ruolo nelle attività di miglioramento di efficienza del sistema                                                                                                 |
| <i>Operatori delle reti di trasmissione</i>  | Possibilità di maggiore equilibrio tra offerta e domanda al minor costo per i consumatori                                                                  | Possibilità di maggiore equilibrio tra offerta e domanda                                                                                                        |
| <i>Operatori delle reti di distribuzione</i> | Distribuzione di energia agli utenti mediante utilizzo di una rete sicura e affidabile                                                                     | Evitare congestioni di rete, rinviare gli investimenti nella rete, bilanciamento delle isole energetiche                                                        |
| <i>Decisori politici e enti regolatori</i>   | Assicurare la fornitura di energia a prezzi accessibili per tutti gli utenti                                                                               | Promozione di un sistema di approvvigionamento sostenibile, transizione verso un sistema energetico a basse emissioni di carbonio, sicurezza energetica         |

## 6 Caratterizzazione dello Use Case per il tool di ottimizzazione

Nel presente capitolo, è riportata l'attività svolta nella fase IV della corrente annualità, che è stata dedicata alla caratterizzazione dello Use Case che si intende analizzare nel corso dell'annualità successiva, in cui si svilupperà un tool di ottimizzazione per la pianificazione operativa *day-ahead* di una Energy Community, tenendo conto di obiettivi sia di carattere economico che ambientale.

In dettaglio, l'analisi condotta nelle fasi precedenti e descritta nei Capitoli 2-4, ha consentito di individuare e caratterizzare lo use case<sup>1</sup> che si intende analizzare nell'annualità successiva. In dettaglio, lo use case individuato ha l'obiettivo di ottenere l'**ottimizzazione operativa economico/ambientale di una Energy Community che funge anche da soggetto del mercato**. Tale use case, la cui rappresentazione grafica è mostrata in Figura 8, presenta le seguenti caratteristiche:

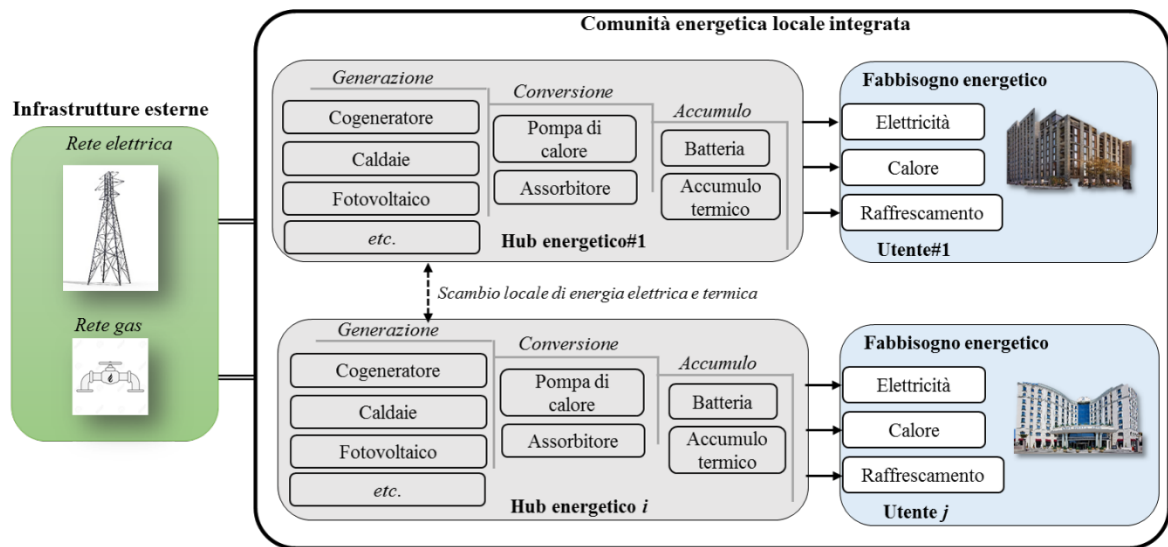


**Figura 8: Rappresentazione grafica dello use case di comunità energetica locale integrata**

- la Energy Community si configura come una comunità energetica locale integrata, rispettando tutti i requisiti da considerare affinché un sistema energetico possa essere qualificato come comunità energetica locale integrata, descritti al Capitolo 5.
- la comunità energetica locale integrata rappresenta una unità localizzata in un territorio ben definito, assimilabile a quello di un quartiere;
- gli utenti della comunità appartengono al settore residenziale e commerciale;
- la comunità energetica locale integrata si configura come un insieme di hub energetici multi-vettore, ciascuno dei quali chiamato a soddisfare la domanda multi-energetica dell'edificio o cluster di edifici ad esso associato, così come mostrato in Figura 9. La comunità è collegata ad infrastrutture esterne quali la rete elettrica e la rete gas, da cui preleva la quantità di energia elettrica e di gas necessarie per il soddisfacimento del fabbisogno delle utenze.

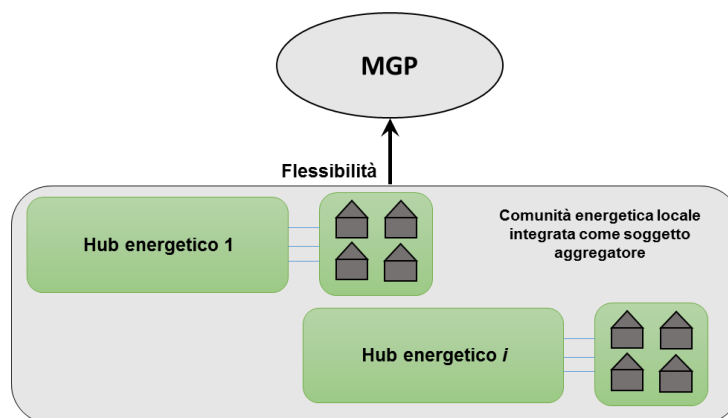
<sup>1</sup> Uno Use Case rappresenta una funzione o un servizio offerto da uno specifico sistema a uno o più attori.

- come mostrato in Figura 9, ciascun hub energetico multi-vettore è costituito da una serie di tecnologie di generazione (incluse le rinnovabili), di conversione e accumulo energetico e dai relativi sistemi software e hardware per la gestione, il controllo e il monitoraggio dei flussi energetici;
- gli hub energetici multi-vettore possono interagire tra loro, condividendo energia elettrica e termica, quest'ultima mediante rete di teleriscaldamento, ai fini del soddisfacimento del fabbisogno multi-energetico (elettrico, termico e di raffrescamento) degli utenti della comunità;



**Figura 9: Rappresentazione degli hub energetici multi-vettore chiamati a soddisfare la domanda multi-energetica dell'edificio o cluster di edifici ad essi associati**

- come mostrato in Figura 10, la comunità energetica locale integrata funge anche da soggetto aggregatore per la partecipazione al mercato del giorno prima, mediante la definizione di opportune strategie di offerta ottenute massimizzando il valore della flessibilità delle risorse energetiche distribuite nel mercato del giorno prima;



**Figura 10: Rappresentazione della comunità energetica locale integrata come soggetto aggregatore che partecipa al mercato dell'energia massimizzando il valore della flessibilità**

- gli utenti finali della comunità si configurano come unici attori beneficiari di questo approccio integrato per la gestione delle risorse energetiche distribuite. In dettaglio, il tool di ottimizzazione da sviluppare, consentirà di pianificare, su base *day-ahead*, le strategie di funzionamento delle varie tecnologie di generazione, conversione e accumulo della comunità, nonché le strategie di offerta per la partecipazione al mercato del giorno prima, considerando sia obiettivi economici quali la

minimizzazione del costo energetico giornaliero degli utenti della comunità, che obiettivi ambientali ovvero la minimizzazione delle emissioni giornaliere di CO<sub>2</sub>.

## 7 Conclusioni

Questo documento riporta in dettaglio le attività svolte dal gruppo di lavoro del laboratorio DTE-STSN-SGRE dell'ENEA nell'ambito della Linea di Attività LA1.69 del Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico nazionale, riguardante l'inquadramento del soggetto "Energy Community" nel quadro di policy europeo e nazionale, e la caratterizzazione dello use case. Il lavoro svolto può essere schematizzato nelle seguenti attività di ricerca:

- I. Analisi critica degli attuali trend del panorama energetico europeo che favoriscono la transizione verso un sistema energetico low-carbon. In dettaglio, i trend analizzati riguardano l'elettrificazione dei consumi, la penetrazione delle risorse energetiche distribuite, l'avvento dei sistemi decentralizzati e la necessità di realizzazione di un energy mix a basse emissioni di carbonio, che definiscono le principali sfide da affrontare nel prossimo futuro per favorire la transizione energetica. Inoltre, è stato analizzato il concetto di sistema energetico integrato, che si configura come una infrastruttura integrata per tutti i vettori energetici con il sistema elettrico come spina dorsale, caratterizzata dal pieno coinvolgimento dell'utente finale nella gestione del sistema stesso e da un elevato livello di integrazione tra tutte le reti di vettori energetici, ottenuta accoppiando reti elettriche con reti di gas, riscaldamento e raffrescamento, supportate da processi di accumulo e conversione dell'energia.
- II. Analisi critica dell'attuale quadro regolatorio e di policy europeo e nazionale per l'inquadramento del soggetto "Energy Community" alla luce dei più recenti sviluppi normativi e di policy sulla tematica. In dettaglio, sono state esaminate le riforme introdotte dalla Commissione Europea nel pacchetto di proposte *Clean Energy Package for All Europeans*, focalizzando l'attenzione sui concetti di *Citizen Energy Community* (CEC) e *Renewable Energy Community* (REC), recentemente introdotti rispettivamente nelle nuove direttive 2019/944/UE sul mercato interno dell'energia elettrica e 2018/2001/UE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Inoltre, è stata condotta un'attenta analisi comparativa tra la CEC e la REC in termini di settore energetico afferente, forma giuridica, struttura e attori coinvolti, attività e scopi. Con riferimento al contesto nazionale, è stata condotta un'analisi critica del quadro normativo nazionale per l'autoconsumo e le comunità energetiche, analizzando le principali configurazioni di autoconsumo permesse in Italia ed esaminando i punti chiave del recente Piano Nazionale Integrato Energia e Clima. Infine, sono state definite le principali barriere che attualmente ostacolano una diffusione fattiva delle Energy Community in Italia.
- III. Caratterizzazione delle Energy Community dal punto di vista tecnico e tecnologico. In dettaglio, sono state analizzate le diverse opzioni di integrazione dei sistemi energetici, tra cui le *Virtual Power Plant*, le *community microgrid*, gli hub energetici e le comunità energetiche locali integrate, definendone le caratteristiche e identificando le principali differenze in termini di generazione di valore per altri sistemi energetici e grado di integrazione. Sono stati poi definiti gli attributi principali da considerare per una comunità energetica locale integrata ed è stata definita una mappatura delle soluzioni tecnologiche abilitanti e dei principali attori con potenziale interesse per l'implementazione delle Energy Community a livello locale.
- IV. Caratterizzazione dello Use Case che si intende analizzare e modellare durante la successiva annualità, volta allo sviluppo di un tool di ottimizzazione per la pianificazione operativa day-ahead di una Energy Community, tenendo conto di obiettivi sia di carattere economico che ambientale. L'Energy Community che si intende analizzare fa riferimento ad un insieme di utenze energetiche che decidono di effettuare scelte comuni dal punto di vista del soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico, al fine di massimizzare i benefici derivanti da questo approccio collegiale, grazie all'implementazione di soluzioni tecnologiche poli-generative per la generazione distribuita di

energia e la gestione intelligente dei flussi energetici. In dettaglio, la Energy Community in esame si configura come una comunità energetica locale integrata, caratterizzata dalla presenza di una serie di hub energetici multi-vettore, ciascuno dei quali chiamato a soddisfare la domanda multi-energetica dell'edificio o cluster di edifici ad esso associato. La comunità è collegata ad infrastrutture esterne quali la rete elettrica e la rete gas, da cui preleva la quantità di energia elettrica e di gas necessarie per il soddisfacimento del fabbisogno delle utenze. Ciascun hub energetico multi-vettore è costituito, a sua volta, da una serie di tecnologie di generazione, conversione e accumulo dell'energia e gli hub energetici possono interagire tra loro, condividendo energia elettrica e termica, ai fini del soddisfacimento del fabbisogno multi-energetico degli utenti della comunità. Inoltre, la comunità funge anche da soggetto aggregatore per la partecipazione al mercato del giorno prima, mediante la definizione di opportune strategie di offerta ottenute massimizzando il valore della flessibilità delle risorse energetiche distribuite nel mercato del giorno prima. Lo Use Case prodotto ha quindi l'obiettivo di ottenere l'ottimizzazione operativa economica/ambientale di una Energy Community che funge anche da soggetto del mercato.

## 8 Riferimenti bibliografici

- [1] International Energy Agency, World Energy Outlook 2019, Novembre 2019.
- [2] ECBCS – Annex 49 – Low Exergy Systems for High Performance Buildings and Communities, Disponibile: <http://www.ecbcs.org/annexes/annex49.htm>.
- [3] A. Immendoerfer, M. Winkelmann, V. Stelzer. “Energy solutions for smart cities and communities: recommendations for policy makers from the 58 pilots of the CONCERTO Initiative”. Luxembourg: Publications Office; 2014.
- [4] European Commission, “EU Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050”, Luglio 2016, Disponibile: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft\\_publication\\_REF2016\\_v13.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf).
- [5] G. Chicco, P. Mancarella. “Distributed multi-generation: a comprehensive view”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009;13, pp.535–551.
- [6] ETIP SNET “VISION 2050 - Integrating Smart Networks for the Energy Transition: Serving Society and Protecting the Environment”, Disponibile: <https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2018/06/VISION2050-DIGITALupdated.pdf>.
- [7] Direttiva 2019/944/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN>.
- [8] Regolamento 2019/943/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0943&from=EN>.
- [9] Regolamento 2019/942/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0942&from=EN>.
- [10] Regolamento 2019/941/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0941&from=IT>.
- [11] Direttiva 2018/2001/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=IT>.
- [12] Direttiva 2018/2002/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>.
- [13] Direttiva 2012/27/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=IT>.
- [14] Direttiva 2018/844/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>.
- [15] Direttiva 2010/31/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:IT:PDF>.
- [16] Regolamento 2018/1999/UE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN>.
- [17] Regolamento 2009/714/CE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0015:0035:IT:PDF>.
- [18] Direttiva 2009/72/CE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=EN>.
- [19] Direttiva 2009/28/CE. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=IT>.
- [20] J.Roberts, D.Frieden, S.d'Herbemont. Energy Community Definitions. Compile, Explanatory Note, May 2019.
- [21] Deliberazione 539/2015/R/eel. Disponibile: <https://www.arera.it/allegati/docs/15/539-15.pdf>.

- [22] Deliberazione 578/2013/R/EEL. Disponibile: <https://www.arera.it/allegati/docs/13/578-13.pdf>.
- [23] A. Galliani. L'individuazione dei clienti finali e dei produttori. Le configurazioni private ammissibili dalla normativa vigente e i clienti «nascosti». ARERA. Trento, 2018.
- [24] A. Zaghi. Generazione distribuita alla luce del PNIEC. Elettricità futura. Roma, 2019.
- [25] Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC). Disponibile: [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf).
- [26] B.P Koirala, E. Koliou, J. Friege, R.A. Hakvoort, P.M. Herder. "Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems". Renewable and Sustainable Energy Reviews 2016, 56, pp. 722-744..
- [27] SMART GRID REPORT "Le prospettive di sviluppo delle Energy Community in Italia", Luglio 2014, [energystategy.it](http://energystategy.it).

## 9 Abbreviazioni ed acronimi

|       |                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACER  | Agenzia per la Cooperazione fra i Regolatori Nazionali dell'Energia                                   |
| ASDC  | Altri Sistemi di Distribuzione Chiusi                                                                 |
| ASE   | Altri Sistemi Esistenti                                                                               |
| BEMS  | <i>Battery Energy Management System</i>                                                               |
| CEC   | <i>Citizen Energy Community</i>                                                                       |
| EMD   | <i>Electricity Market Directive</i>                                                                   |
| EPBD  | <i>Energy Performance of Buildings Directive</i>                                                      |
| FER   | Fonti Energetiche Rinnovabili                                                                         |
| GD    | Generazione Distribuita                                                                               |
| ICT   | <i>Information and Communication Technologies</i>                                                     |
| MCI   | Motore a Combustione Interna                                                                          |
| MGP   | Mercato del Giorno Prima                                                                              |
| PNIEC | Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima |
| REC   | <i>Renewable Energy Community</i>                                                                     |
| RED   | <i>Renewable Energy Directive</i>                                                                     |
| RIU   | Reti Interne d'Utenza                                                                                 |
| SAP   | Sistema di Auto-Produzione                                                                            |
| SDC   | Sistemi di Distribuzione Chiusi                                                                       |
| SESEU | Sistemi Esistenti Equivalenti ai Sistemi Efficienti di Utenza                                         |
| SEU   | Sistemi Efficienti d'Utenza                                                                           |
| SRI   | <i>Smart Readiness Indicator</i>                                                                      |
| SSPC  | Sistemi Semplici di Produzione e Consumo                                                              |
| UE    | Unione Europea                                                                                        |
| VPP   | <i>Virtual Power Plant</i>                                                                            |