

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DEL SANNIO Benevento

DING

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in *Ingegneria Energetica*

TESI DI LAUREA IN

ENERGETICA APPLICATA

*Strumenti di simulazione a supporto delle attività di analisi e
realizzazione di Comunità Energetiche Rinnovabili*

Relatore

Chiar.mo Prof. Maurizio Sasso

Correlatore

Ing. Dr. Francesca Ceglia

Per. Ind. Luca Francesco Barbero

Candidato

Chiara Martone

Matricola: 398000515

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Sommario

Introduzione	4
Capitolo 1- Il ruolo delle comunità energetiche nella transizione energetica.....	6
1.1 Scopi e motivazioni.....	6
1.2 I principi dell'autoconsumo energetico.....	9
1.3 Le comunità energetiche	13
1.3.1 Introduzione e definizioni	14
1.3.2 Caratteristiche comuni	19
1.3.3 Vantaggi delle comunità energetiche	21
Capitolo 2 – Analisi degli aspetti normativi	25
2.1 Il contesto normativo europeo.....	25
2.2 Il contesto normativo italiano.....	32
2.2.1 Recepimento Anticipato.....	32
2.2.2 Recepimento definitivo della RED II.....	42
2.3 Le Comunità Energetiche in Italia	44
2.3.1 Magliano Alpi: la prima Comunità Energetica d'Italia.....	45
2.3.2 Comunità Energetica e solidale di Napoli Est.....	46
Capitolo 3 – Strumenti di simulazione per lo studio di fattibilità di comunità energetiche.....	48
3.1 SolarEdge Designer.....	49
3.2 Solarius-PV	53
3.3 Recon ENEA.....	58
3.4 Confronto degli strumenti di simulazione.....	62
Capitolo 4 - Realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile.....	65
4.1 Studio di fattibilità.....	67
4.1.1 Fase preliminare	67

4.1.2	Simulazioni	70
4.1.3	Assesto giuridico	72
4.1.4	Valutazione per l'accesso e opportunità di finanziamento.....	73
4.1.5	Analisi ambientale, sociale ed economica.....	74
4.2	Fase operativa.....	76
4.2.1	Connessione con i vari enti	77
4.2.2	Progettazione impianti di produzione	77
4.2.3	Realizzazione impianti di produzione	77
4.2.4	Produzione dei nuovi impianti	78
4.3	Aggregazione	78
4.3.1	Aggregazione produttori/consumatori.....	78
4.3.2	Contratti	79
4.3.3	Statuto e regolamento.....	79
4.4	Convenzione.....	82
4.4.1	Iscrizione al portale GSE	82
4.5	Gestione.....	87
4.5.1	Monitoraggio delle prestazioni degli impianti	87
4.5.2	Manutenzione.....	87
4.5.3	Gestione economica	88
4.5.4	Divulgazione	89
Capitolo 5 – Studio di fattibilità per la CER Val Tanaro.....		90
5.1	Analisi complessiva CER Val Tanaro.....	90
5.1.1	Analisi di impatto ambientale	97
5.2	Interventi finanziati dal Bando “Green Community”	98
5.2.1	Analisi economica.....	103
5.2.2	Analisi di impatto ambientale	104
5.3	Simulazioni impianti Bando “Green Community”	105

5.3.1	Comune di ALTO	106
5.3.2	Comune di BAGNASCO	107
5.3.3	Comune di CAPRAUNA	108
5.3.4	Comune di NUCETTO	109
5.3.5	Comune di ORMEA.....	111
5.3.6	Comune di PRIOLA.....	112
5.3.7	Comune di FRABOSA SOPRANA	113
	Conclusioni	116
	Allegato 1.....	118
	Indice delle figure	119
	Indice delle tabelle	121
	Bibliografia e sitografia	122

Introduzione

Le problematiche ambientali, e in particolare i cambiamenti climatici, che da anni interessano il nostro pianeta e che continueranno ad interessarlo ad una velocità sempre crescente, sono state alla base della decisione presa dall'Unione Europea (UE) di divenire il primo continente clima-neutrale entro il 2050. Questo ambizioso obiettivo ha dato il via ad una serie di iniziative destinate a stravolgere il settore energetico degli Stati Membri. La necessità di abbandonare i combustibili fossili nella produzione di energia in favore delle fonti di energia rinnovabili è il fulcro di una transizione energetica ormai iniziata e che inevitabilmente proseguirà con una maggiore accelerazione nei prossimi anni. Questo scenario ha permesso di dar vita al concetto di Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), soggetti giuridici introdotti nel 2018 tramite la “Renewable Energy Directive” (UE) 2018/2001, detta “RED II”. Le CER sono un modello innovativo di produzione e consumo di energia, mediante il quale gli utenti finali possono decidere volontariamente e in forma associata di condividere l'energia prodotta a livello locale, contribuendo dal basso al perseguimento della transizione energetica. Le CER, dunque, trasformano la figura del consumatore finale da consumatore passivo a “prosumer”, ovvero un utente che produce, consuma ma soprattutto condivide.

Le CER riescono a centrare due diversi obiettivi: il primo energetico-ambientale, massimizzando la produzione di energia da fonti rinnovabili per mitigare la problematica del riscaldamento globale nel nostro pianeta; il secondo socio-economico, sviluppando la consapevolezza nei cittadini che il miglioramento delle abitudini energetiche può realmente avere un impatto positivo sul mondo garantendo inoltre benefici economici e sociali. I partecipanti ad una CER non solo consumano energia che in larga parte non deriva da fonti fossili, ma sono indirizzati ad utilizzarla nel modo più corretto ed efficiente possibile, garantendo la riduzione delle emissioni a parità di richiesta, e del proprio portafoglio di spesa energetica. Allo stesso tempo il concetto di CER aggiunge uno scopo sociale molto più nobile: la lotta alla povertà energetica, fornendo la possibilità a famiglie vulnerabili di partecipare ad una CER così da non dover più rinunciare ai servizi energetici essenziali.

Lo scopo del presente elaborato di tesi, che nasce e si sviluppa in seguito all'attività di tirocinio svolto presso GOCER – Gruppo Operativo di Comunità Energetiche Rinnovabili – con sede a Cuneo, si inserisce nel contesto appena descritto con l'obiettivo di presentare ed approfondire il tema delle CER, fornendo strumenti che a partire dalle conoscenze teoriche rendano le stesse applicabili a casi pratici.

Nel primo capitolo sono introdotte le CER, le loro caratteristiche principali, nonché i benefici ad esse associati, per poi passare, nel secondo capitolo, alla presentazione della normativa di riferimento, dalla meno alla più recente.

Il terzo capitolo è una presentazione degli strumenti di supporto alla fase di realizzazione di una CER. Nello specifico verranno descritti tre strumenti di simulazione utilizzati durante il periodo di tirocinio: i primi due, SolarEdge Designer e Solarius-PV, per la simulazione di impianti fotovoltaici finalizzati ad essere le centrali di produzione della CER, e il terzo, Recon ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), permette invece di effettuare un'analisi energetica, economica e di impatto ambientale della CER, noti che siano i dati di produzione e consumo.

Il quarto capitolo dell'elaborato ha lo scopo di presentare un iter standardizzato del processo di realizzazione di una CER, attraverso l'analisi dettagliata di tutte le fasi: studio di fattibilità, fase operativa, aggregazione, convenzione, gestione degli impianti e degli incentivi forniti dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE). Ognuna di queste fasi è analizzata dal punto di vista teorico e pratico. In particolare, con riferimento alla fase dello studio di fattibilità, nel quinto capitolo viene presentato un esempio concreto di caso studio trattato durante il periodo di tirocinio curricolare, integrando l'utilizzo degli applicativi di simulazione presentati precedentemente.

Capitolo 1- Il ruolo delle comunità energetiche nella transizione energetica

1.1 Scopi e motivazioni

Le attività antropiche alterano la composizione chimica dell'atmosfera terrestre, provocando cambiamenti climatici non attribuibili solamente alla naturale variabilità climatica. Si stima che nel decennio 2011-2020 le attività umane abbiano determinato un aumento della temperatura media globale di circa 1.09 °C rispetto al periodo di pre-industrializzazione (1850-1900) [1].

L'aumento della temperatura media globale, l'innalzamento del livello del mare, lo scioglimento dei ghiacci sono solo alcuni tra i più evidenti fenomeni direttamente associati all'emissione di gas climalteranti nell'atmosfera terrestre. L'utilizzo massiccio di combustibili fossili fin dagli albori della rivoluzione industriale, rappresenta la principale causa del rapido aumento delle emissioni di gas serra che ha caratterizzato il secolo scorso e i primi anni del nuovo millennio. La *Figura 1.1* riporta le variazioni annuali delle emissioni di CO₂ associate a reazioni di combustione e processi industriali a partire dal 1900 fino al 2021.

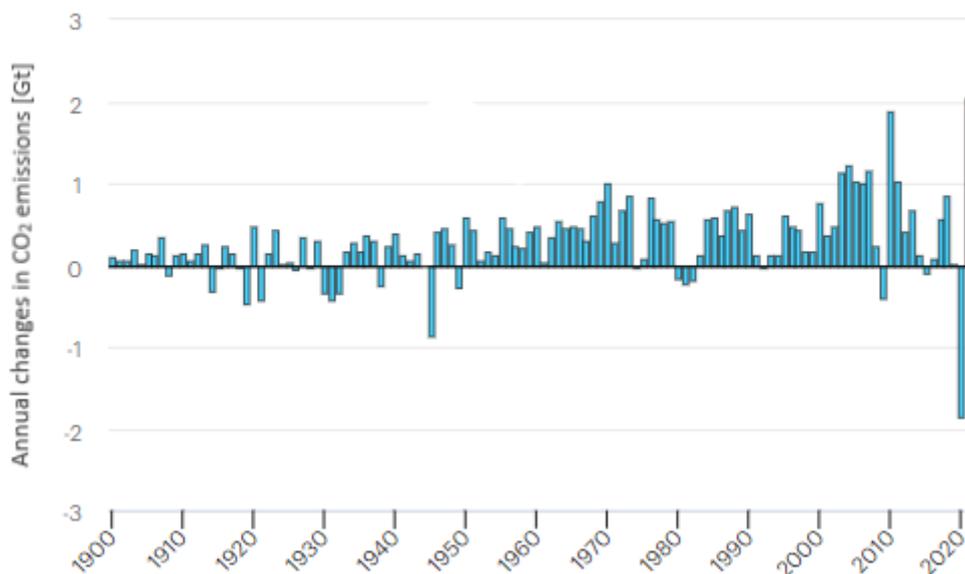


Figura 1.1 - Variazioni annuali delle emissioni di CO₂ dal 1900 al 2021 (fonte:IEA)

A causa del calo della domanda di energia dovuto alla pandemia da Covid-19 le emissioni mondiali di CO₂ nel 2020 sono diminuite del 5,8% rispetto all'anno precedente: si tratta della riduzione percentuale annua più alta dalla Seconda guerra mondiale con quasi 2 miliardi di tonnellate di CO₂ in meno in valore assoluto [2].

La ripresa della domanda di energia post-pandemica ha visto condizioni meteorologiche e di mercato avverse, in particolare per l'impennata dei prezzi del gas naturale, che hanno portato a un maggiore ricorso al carbone specie in Paesi come la Cina e l'India. Questo ha contribuito a determinare nel 2021 un record di emissioni a livello globale, pari a 36,3 miliardi di tonnellate di CO₂, registrando un aumento del 6% rispetto all'anno precedente.

Dunque la mitigazione dell'impatto umano sul cambiamento climatico si pone sicuramente tra le sfide più importanti dell'epoca contemporanea. Sotto questa prospettiva si colloca la necessità di riconsipire l'intera struttura del sistema energetico tradizionale, sorretto prevalentemente da fonti di energia inquinanti ed esauribili, per orientarsi verso un modello di produzione che sia basato sull'impiego di fonti rinnovabili.

Con la locuzione «transizione energetica» si vuole intendere proprio quel processo di trasformazione del mix di produzione energetico che favorisca la sempre maggiore penetrazione di fonti energetiche rinnovabili a scapito dei combustibili fossili.

Secondo l'ultimo report di IRENA, l'International Renewable Energy Agency, alla fine del 2021 si è raggiunto un totale di 3.064 GW di capacità rinnovabile installata a livello mondiale, con l'aggiunta di circa 257 GW nell'ultimo anno, corrispondente ad una crescita del 9,1% rispetto al 2020. La *Figura 1.2* mostra l'aumento della capacità di generazione da fonti rinnovabili che ha caratterizzato gli ultimi anni, differenziato per tipo di fonte di energia rinnovabile (FER).

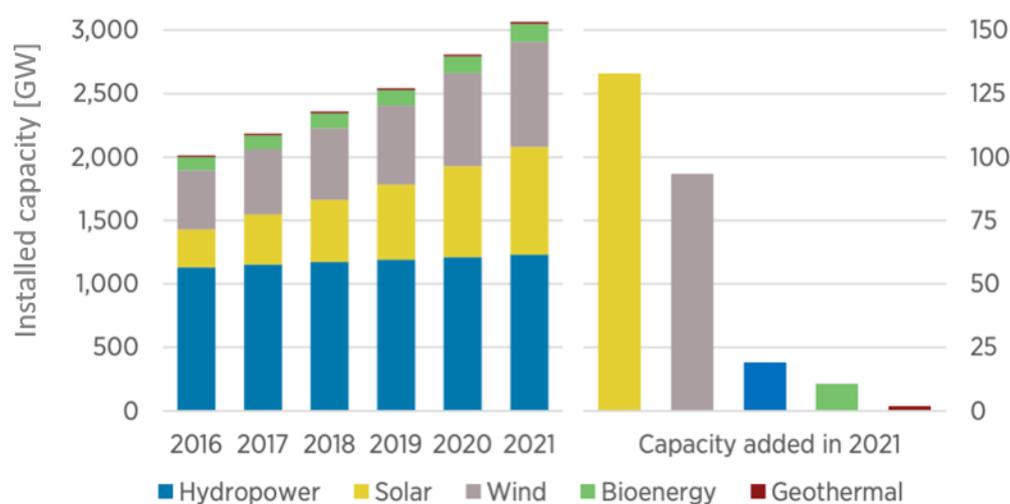


Figura 1.2 – Andamento aggregato della potenza rinnovabile installata per tipologia di FER negli ultimi anni (fonte: IRENA)

Questo processo implica anche un cambiamento di paradigma nella logica della generazione elettrica: da pochi impianti alimentati a fonti fossili, a sistemi decentralizzati a fonti rinnovabili di proprietà diffusa con la nascita dei cosiddetti prosumer quali nuove figure cruciali del settore dell'energia.

Il termine *prosumer*, mutuato dall'inglese, indica l'utente che non si limita al ruolo passivo di consumatore (*consumer*), ma partecipa attivamente alle diverse fasi del processo produttivo (*producer*). L'importante cambiamento di paradigma nel campo energetico, quindi, è proprio quello per cui il consumatore non si configura più come un soggetto passivo ma, anzi, come un produttore di energia teso verso una sempre maggiore autonomia. Dunque, il prosumer ha la possibilità di autoconsumare l'energia prodotta localmente per la quota che si sovrappone alla sua curva di carico. La rimanente quota di energia prodotta può essere immessa in rete, scambiata con i consumatori fisicamente prossimi al prosumer o anche accumulata in un apposito sistema e dunque restituita alle unità di consumo nel momento più opportuno. In *Figura 1.3* viene riportata una rappresentazione dell'evoluzione da consumer a prosumer.

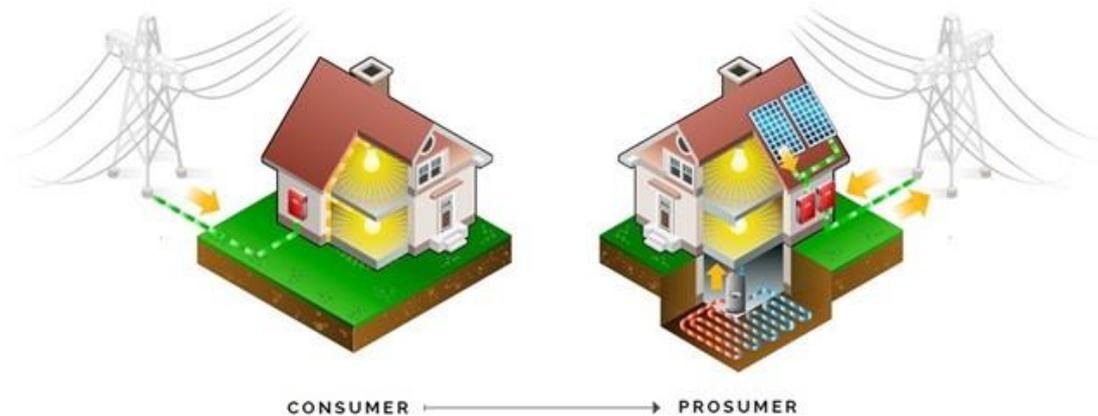


Figura 1.3 - Confronto tra Prosumer (Produttore-Consumatore) e Consumer (Consumatore)

I prosumers sono ormai una realtà in Europa. Alcune stime dell'Università di Delft (NL) individuano 6 milioni di esempi al 2018, che dovrebbero arrivare ad essere 264 (circa metà della popolazione) al 2050, coprendo il 45% del fabbisogno annuo europeo di energia elettrica [3].

1.2 I principi dell'autoconsumo energetico

Il nuovo modello di produzione orizzontale, che ha come driver primario gli obiettivi di sostenibilità ambientale, porta con sé una serie di benefici aggiuntivi destinati ad avere ampie ricadute sul sistema elettrico nazionale. In questo senso un ruolo fondamentale è svolto dal concetto di autoconsumo, con cui si indentifica il consumo di energia elettrica prodotta nel medesimo sito in cui viene consumata, sia istantaneamente sia per il tramite di sistemi di accumulo.

Decentrare l'approvvigionamento energetico e autoconsumare l'energia prodotta dai propri impianti comporta diversi vantaggi tecnici per la rete elettrica declinati nella memoria ARERA 94/2019/I/com [4] che sono essenzialmente riconducibili a:

- riduzione delle perdite per effetto Joule: l'energia elettrica prodotta e consumata localmente comporta una riduzione delle perdite della rete di trasmissione e distribuzione; infatti autoconsumando l'energia prodotta con impianti di prossimità si riducono le perdite rispetto a quelle che si avrebbero

nel caso in cui l'energia fosse prodotta da grandi centrali di produzione e trasportata su maggior distanza;

- maggiore affidabilità della rete: i sistemi rinnovabili decentralizzati tendono ad essere più affidabili. In effetti, qualsiasi problema localizzato rimane locale, quindi i guasti possono essere riparati più rapidamente e viene mantenuta una fornitura di energia affidabile;
- connessione alla rete: l'energia elettrica prodotta e consumata in sito, in alcune situazioni, potrebbe permettere di ottimizzare l'utilizzo delle cabine di consegna e degli stalli per la connessione, riducendo i costi di connessione;
- potenziamento o sviluppo di nuove reti: l'energia elettrica prodotta e consumata in sito potrebbe consentire, in prospettiva, la riduzione della necessità di potenziamento delle reti esistenti o di realizzazione di nuove reti.

Oltre ai vantaggi tecnici che riguardano la rete, è importante presentare i vantaggi conseguibili dai cittadini che decidono di produrre energia da fonti rinnovabili per i propri consumi. Per il cliente finale i maggiori benefici sono ottenuti in termini economici poiché l'autoconsumo garantisce una diminuzione della quota di energia che il consumatore deve prelevare dalla rete, riducendo quindi la spesa per la materia energia, ma non solo, su tutta l'energia non sono applicate né le componenti variabili di trasporto, né le componenti variabili a copertura degli oneri generali di sistema, indipendentemente dalla fonte di energia primaria che alimenta l'autoconsumo.

Purtroppo, però, soprattutto per via della natura discontinua ed aleatoria della maggior parte delle fonti di energia rinnovabile diffuse, prime fra tutte eolico e fotovoltaico, molto spesso l'utente finale non riesce ad utilizzare completamente l'energia prodotta ed è costretto ad immetterla in rete, viceversa, molta dell'energia di cui esso ha bisogno viene acquistata dalla rete stessa. Pertanto, la non programmabilità delle fonti rinnovabili costituisce da un lato un problema in ottica di autoconsumo e massimizzazione dei benefici che ne conseguono e dall'altra parte un'evidente difficoltà di integrazione con la rete.

Su questo tema, cruciale è la funzione svolta dai *sistemi di accumulo*, attraverso i quali è possibile immagazzinare una quota eccedente dell'energia elettrica prodotta, per poi restituirla nei momenti in cui la generazione non riesce a soddisfare la richiesta del

carico. Di conseguenza la presenza di un sistema di accumulo consente un maggior grado di autoconsumo e una più elevata autonomia nella gestione dell'energia prodotta localmente, il che vuol dire minori squilibri per la rete. La tecnologia più utilizzata per le moderne applicazioni di accumulo è la batteria agli ioni di litio. Una batteria litio-ioni è composta da sottili strati costituenti il catodo, il separatore e l'anodo, immersi in un elettrolita che permette il trasporto degli ioni litio. Le prestazioni delle celle litio-ioni dipendono dalla tipologia dei materiali elettrodi/elettroliti utilizzati, presentando differenti vantaggi/svantaggi in termini di energia specifica, potenza specifica, vita, costi e sicurezza. La stessa tipologia di cella può essere realizzata per applicazioni in potenza oppure in energia. Le celle litio-ioni possono dare origine a situazioni di pericolo se sottoposte a condizioni di sovraccarico elettrico e/o termico, per questo è necessario l'utilizzo di un accurato sistema di bilanciamento delle tensioni di cella e di un sistema di gestione della batteria. L'efficienza energetica di carica e scarica dei moderni accumulatori è circa pari al 95% mentre la vita attesa dipende dalla tipologia della cella e può arrivare a superare i 10.000 cicli.

Un'altra possibilità di intervento altrettanto utile è rappresentata dal cosiddetto *demand-response*: questa operazione consente di ridurre o aumentare il consumo energetico dell'utente finale con l'obiettivo di rispondere meglio alla curva dell'offerta. Il consumatore è portato a shiftare i suoi consumi dal punto di vista temporale perché incentivato da un guadagno diretto imputabile all'utilizzo di energia in orari economicamente più convenienti e talvolta è soggetto anche a remunerazioni erogate dal gestore della rete di distribuzione.

Luthander et al. hanno pubblicato un paper che fa il punto sullo status quo che riguarda l'autoconsumo fotovoltaico distinguendo proprio gli effetti che hanno su di esso i sistemi di accumulo elettrochimico e il meccanismo del demand-response. I risultati mostrano che è possibile aumentare l'autoconsumo tra il 13 e il 24% con una capacità di accumulo della batteria di 0,5–1 kWh per kW di potenza fotovoltaica installata e tra il 2% e il 15% con la gestione del carico [5].

Unitamente a queste soluzioni, per accogliere quote crescenti di energie rinnovabili non programmabili, risulta fondamentale intervenire con meccanismi di integrazione «intelligente» nelle reti elettriche, che si avvalgano delle nuove tecnologie d'avanguardia raggiunte nei campi dell'informatica e della comunicazione. Le reti

elettriche intelligenti, meglio conosciute come *Smart Grid*, utilizzano la tecnologia digitale per monitorare e gestire ottimamente i flussi di energia, coordinando le esigenze di tutti i generatori, utenti finali e operatori di rete coinvolti. Il sistema di gestione digitale attraverso la sensoristica di misura in tempo reale, dispositivi di attuazione e automazione, apparati informatici e di comunicazione, consente l'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse rinnovabili e la massimizzazione dell'affidabilità, della stabilità e della resilienza della rete [6]. Nella *Figura 1.4* è riportato un confronto tra lo schema tradizionale di rete e la configurazione tipo di una smart grid.

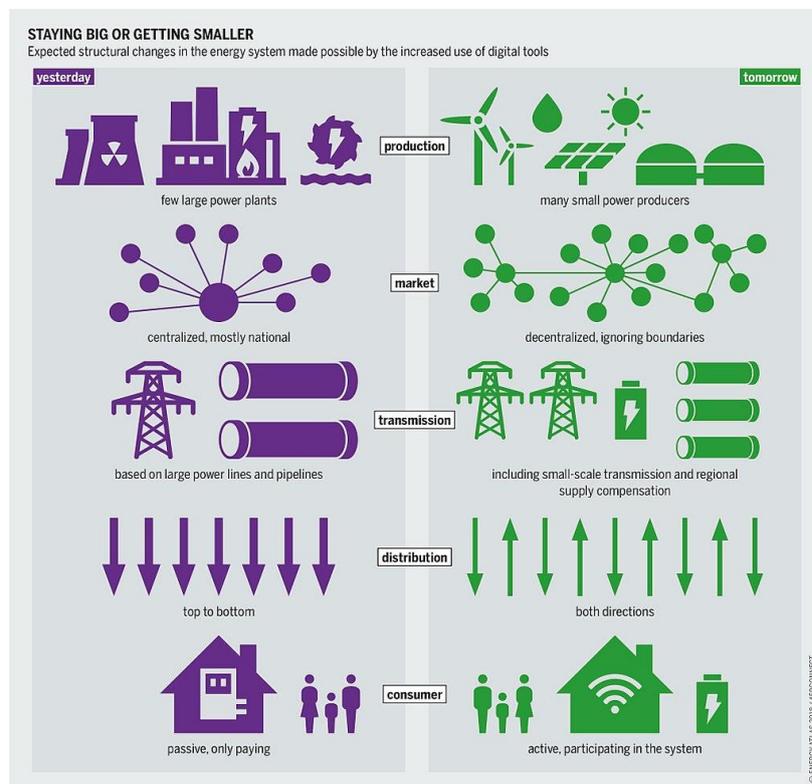


Figura 1.4 –Confronto tra sistema elettrico tradizionale e Smart Grid.

Nell'ottica di un uso razionale ed efficiente dell'energia prodotta dai sistemi di generazione diffusi, assume un ruolo cardine l'applicazione di una metodologia di gestione ottimale dei flussi energetici all'interno di una smart grid. A tale proposito, Emilio Ghiani et al. hanno presentato una strategia di dimensionamento e gestione ottimale per una microrete intelligente dotata di elementi di generazione e accumulo,

con l'obiettivo di massimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. Hanno modellato il sistema con il software Homer al fine di trovare la dimensione ottimale dei componenti che consenta loro di ridurre al minimo il valore attuale netto [7].

Al netto di quanto detto finora, un contributo molto importante proprio nell'ottica di un migliore e massimo sfruttamento delle risorse rinnovabili e di un maggiore guadagno, sia in termini economici che energetici, si deve all'introduzione del concetto di autoconsumo collettivo. Con esso si vuole intendere la produzione e il consumo dell'energia elettrica nello stesso sito, opportunamente definito e confinato, ma prescindendo dall'unicità tra il produttore ed il consumatore. È soltanto con l'introduzione del concetto di collettività accanto a quello di autoconsumo, che si supera il limite delle configurazioni *one-to-one*, ovvero un'unità di produzione a servizio di un'unità di consumo, aprendo alla possibilità di costituire nuove configurazioni di tipo *one-to-many* e *many-to-many*, tipiche delle comunità energetiche.

1.3 Le comunità energetiche

Le comunità energetiche sono state introdotte nel quadro normativo europeo mediante due direttive: la Direttiva 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, nota anche come Renewable Energy Directive II (RED II) [8] e la Direttiva 2019/944 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (IEM) [9].

Nella sua accezione più ampia, una *comunità dell'energia* può essere intesa come un insieme di utenze energetiche (private, pubbliche, o miste) localizzate in una determinata area di riferimento in cui gli utilizzatori finali (cittadini, imprese, Pubblica Amministrazione, ecc.) decidono di effettuare scelte comuni per soddisfare il proprio fabbisogno energetico con un approccio «collegiale», attraverso soluzioni di generazione distribuita, favorendo l'utilizzo delle fonti rinnovabili e la gestione intelligente dei flussi energetici al fine di ottenere benefici sulla economicità, sostenibilità e sicurezza energetica.

1.3.1 Introduzione e definizioni

Come anticipato, il settore energetico si sta orientando verso uno scenario che prevede sempre di più il coinvolgimento di cittadini, attività commerciali, imprese, enti territoriali e autorità locali, i quali saranno chiamati a svolgere un ruolo attivo nella transizione. Proprio per questo si parla di potenziamento (empowerment) e di un ruolo centrale dell'utente finale nel mercato elettrico, che da semplice consumatore, diventa un prosumer. In quest'ottica, la Commissione Europea, sostiene che:

“la transizione energetica deve mettere al primo posto le persone e tributare particolare attenzione alle regioni, alle industrie e ai lavoratori che dovranno affrontare i problemi maggiori. Poiché la transizione determinerà cambiamenti sostanziali, la partecipazione attiva dei cittadini e la fiducia nella transizione sono fondamentali affinché le politiche possano funzionare e siano accettate” [10].

Le comunità energetiche mirano a soddisfare i bisogni energetici, ambientali e sociali individuati dai membri della stessa con l'obiettivo di rendere i clienti finali protagonisti della transizione, resa ancora più urgente dalla crisi dei prezzi in corso. In generale possiamo intendere per comunità energetica, qualsiasi modello o forma di aggregazione attraverso cui i diversi attori presenti sul territorio (cittadini, autorità pubbliche, enti locali, attività commerciali e imprese) decidono di organizzarsi e collaborare con l'obiettivo di produrre, consumare, scambiare e gestire l'energia attraverso uno o più impianti energetici locali in un'ottica di autoconsumo e collaborazione. I principi su cui si fonda una comunità dell'energia sono il decentramento e la localizzazione della produzione, e l'obiettivo principale è quello di autoprodurre e fornire energia a prezzi accessibili ai propri membri, piuttosto che dare la priorità al profitto economico di una singola società energetica tradizionale.

Coerentemente con il tema della centralità degli utenti finali nel mercato dell'energia le iniziative di comunità possono svolgere un ruolo determinante in materia di contrasto alla povertà energetica. Secondo l'Osservatorio della Commissione Europea della Povertà Energetica, nel 2018 le persone che non sono state in grado di acquistare i beni energetici minimi necessari al loro benessere sono state più di 50 milioni. L'Italia è tra i paesi europei dove le famiglie hanno più difficoltà a pagare le bollette di luce e gas: si stima che le famiglie in condizione di povertà energetica siano circa 2,2 milioni, pari all'8,5% del totale delle famiglie [11]. Le comunità intervengono,

dunque, a migliorare le condizioni di povertà energetica dei soggetti che liberamente decidono di accedervi, comportando una riduzione dei consumi e delle tariffe di fornitura. Inoltre, alcuni principi fondamentali per la creazione di una comunità energetica rappresentano di per sé pratiche di mitigazione della povertà energetica perché implicano sia l'installazione di sistemi condivisi di monitoraggio dei consumi energetici individuali e di protocolli per una loro ottimizzazione/riduzione ma al contempo coinvolgono i consumatori, rendendoli consapevoli dei propri comportamenti e anche della fattibilità di azioni di efficientamento.

La realizzazione di una comunità può offrire poi al territorio una serie di opportunità, sia in termini di sviluppo di beni e servizi che in termini di coinvolgimento diretto di imprese del settore, che permettono di trattenere a livello locale la ricchezza generata dagli investimenti. Il supporto alle aziende del luogo, la creazione di nuova imprenditorialità e la messa in piedi di vere e proprie filiere corte rendono le comunità energetiche protagoniste di una politica di sviluppo locale, che va a contrastare lo spopolamento di aree interne sempre più marginali.

Ma i benefici che si possono trarre da iniziative di comunità trascendono la dimensione energetico-economica, che ne è soltanto il punto di partenza. L'aggregazione in una comunità energetica ha un valore intrinseco concernente la dimensione sociale: il valore delle esperienze comunitarie include importanti risvolti sociali che sono nuovi in ambito energetico ed imputabili alla creazione di un'identità locale in cui i soci possano riconoscersi e allo spirito di condivisione che ne consegue.

In conclusione, una comunità dell'energia deve essere allora intesa come una realtà sociale e culturale che autoproduce localmente l'energia necessaria al suo fabbisogno, usando giudiziosamente le risorse del territorio nel quadro dei limiti imposti dallo stock patrimoniale, tutelando così i propri beni comuni, territoriali, ambientali e paesaggistici e indirizzandosi verso la riduzione della propria impronta ecologica.

In letteratura si trovano diverse interpretazioni che possono differire per: obiettivo della comunità, tipo di generazione di energia utilizzato, vincoli di estensione geografica della comunità. Di seguito, quindi, sono riportate le definizioni ritenute più interessanti dalla meno alla più recente.

Definizione del “Department of Energy and Climate Change-UK” (2013)

“Community energy”: “progetti o iniziative comunitarie incentrati su quattro filoni: riduzione del consumo energetico, miglior gestione dell’energia, generazione ed acquisto dell’energia. Si includono sia le comunità di luogo (comunità all’interno di un’area geografica definita) che le comunità di interesse (comunità non geografiche unite da interessi condivisi, come luoghi di lavoro o gruppi di fede). L’energia della comunità potrebbe andare da un piccolo gruppo religioso che parla di energia con volantinaggio, fino alla proprietà congiunta di un parco eolico con uno sviluppo commerciale. Può includere "progetti" formali o coinvolgimento informale nelle attività legate all’energia. La precedente definizione è stata data nella “Call for Evidence” [12] del 2013 indetta dal “Department of Energy and Climate Change” britannico per iniziare una serie di consultazioni delle parti interessate proprio sull’argomento dell’energia comunitaria. Queste consultazioni hanno portato alla stesura di una strategia nazionale sull’energia della comunità, la “Community Energy Strategy” nel 2014” [13] .

Definizione secondo lo “Smart Grid Report” (2014)

“Energy Community”: “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", implementabile attraverso soluzioni di generazione distribuita e gestione intelligente dei flussi energetici” [14].

Definizione secondo Rubio e de Andrès Diaz (2015)

“Sustainable Energy Communities (SEC)”: “organizzazioni i cui membri sono fortemente coinvolti nella pianificazione e attuazione di misure volte all’uso razionale dell’energia e all’introduzione di FER nella produzione, consumo e/o fornitura di energia elettrica, energia termica (ad es. riscaldamento/raffreddamento), energia meccanica (ad es. per il pompaggio) o combustibili (ad es. biogas per veicoli o per iniezione nella rete del gas naturale)” [15].

Definizione secondo LEGAMBIENTE (2017)

“Comunità energetiche”: "cooperative, aziende, amministrazioni pubbliche, privati cittadini promuovono le innovazioni energetiche attraverso forme sempre più vicine all'autoproduzione da fonti rinnovabili, aprendo la strada a nuove forme di autonomia energetica " [16].

Definizione secondo Emi Minghui Gui e Iain MacGill (2018)

“Clean Energy Communities (CEC)”: "strutture sociali e organizzative formate per raggiungere obiettivi specifici dei suoi membri principalmente nella produzione, nel consumo, nella fornitura e nella distribuzione di energia più pulita, sebbene ciò possa anche estendersi ad acqua, rifiuti, trasporti e altre risorse locali" [17].

Le CEC possono essere sia un piccolo gruppo di famiglie confinate nella stessa area geografica, sia centinaia di famiglie ed imprese non così vicine geograficamente.

I membri possono partecipare alle CEC in diverse forme, come:

- Produttori;
- Consumatori;
- Prosumers;
- Investitori;
- Proprietari di beni materiali da condividere (es. attrezzature per lo “storage”);

Nel medesimo articolo [17] le Clean Energy Communities vengono raggruppate in tre categorie differenti, come raffigurato nella *Tabella 1*.

Tabella 1 - Categorizzazione delle Clean Energy Community secondo [17]

<i>CEC centralizzata</i>	<i>CEC distribuita</i>	<i>CEC decentrata</i>
<p>Rete coesa di famiglie e imprese che possiedono o partecipano collettivamente a progetti legati all'energia come solare, eolico o altri progetti di generazione di energia pulita, efficienza energetica, gestione della domanda, ecc.</p> <p>I membri sono vincolati da obiettivi comuni, non da vicinanza geografica.</p>	<p>Rete di famiglie e imprese che generano o possiedono generazione distribuita individualmente, collegate da un'entità controllante, sia fisicamente sia virtualmente. Condividono le stesse regole nell'approvvigionamento e consumo di elettricità all'interno della rete. I membri non sono collegati direttamente, ma tramite un'entità controllante o un'entità di gestione di rete, solitamente una utility; i membri prendono decisioni singolarmente, ma hanno un obiettivo comune in materia energetica.</p>	<p>Comunità di famiglie, imprese o comuni che genera e consuma energia pulita localmente per l'autosufficienza, che può o meno connettersi alla rete principale. Sono comunità confinate in un'area geografica ben definita, possono essere comuni interi, oppure quartieri di una metropoli. I membri sono legati da una forte coesione e da una visione comune in ambito energetico. Possiedono impianti di generazione come singoli o come gruppo.</p>

Definizione secondo Karunathilake, Hewage, Merida, Sadiq (2019)

“Net Zero Energy Community”: "Comunità all'interno della quale la domanda totale di energia è soddisfatta interamente attraverso l'energia rinnovabile di provenienza locale". È una particolare tipologia di comunità, in cui si evidenzia sia il ricorso all'energia rinnovabile, sia la provenienza locale di tale energia [18].

1.3.2 Caratteristiche comuni

In questa sezione si vuole svolgere una disamina delle principali caratteristiche che accomunano le diverse esperienze di Comunità Energetiche. Effettuando un'analisi della letteratura recente, svariati argomenti sono risultati in grado di sintetizzare le caratteristiche comuni alle diverse iniziative.

Un primo tratto identificativo delle comunità è quello della condivisione del carico, sia elettrico che termico. Il rinnovato interesse ad un approccio collettivo permette, in campo energetico, il funzionamento efficiente delle macchine, che possono asservire più utenze. L'approccio del *load sharing* aveva suscitato un notevole interesse già prima che le comunità venissero pienamente riconosciute dal quadro normativo europeo. Da alcuni studi effettuati, emerge che se viene fatta una selezione delle utenze idonee a condividere i propri carichi elettrici e termici, è possibile ottenere benefici sia in termini di prestazioni dal punto di vista energetico grazie alla riduzione della domanda di energia primaria, sia in termini di vantaggi ambientali, grazie alla riduzione delle emissioni di CO₂. Per esempio diversi ricercatori hanno analizzato i benefici legati all'incremento del numero di ore di funzionamento all'anno di un micro-CHP derivanti dall'accoppiamento di più utenze diverse attraverso una micro-rete termica [19] [20].

Studi più recenti hanno rinnovato il loro interesse per la condivisione applicata al settore energetico, rivolgendo però sempre più l'attenzione alla generazione distribuita. Infatti, i benefici prima descritti, derivanti dall'applicazione dell'approccio di condivisione, possono essere ulteriormente estesi aumentando la pervasività delle FER all'interno del sistema energetico. A questo riguardo, Piazza et al. analizzano la misura in cui la condivisione della produzione di energia di uno o più impianti fotovoltaici consente di superare i limiti che si avrebbero nel caso dell'autoconsumo individuale, dovuti ad esempio all'assenza temporanea degli utenti [21].

Come già anticipato nei precedenti paragrafi, per poter sopperire al problema della non-programmabilità delle FER, emergono quali due elementi fondamentali per una comunità l'adozione di sistemi di accumulo dell'energia elettrica e l'impiego di programmi di gestione della domanda.

Gli *Electrical Energy Storage* (EES) consentono di incrementare l'autoconsumo della comunità, mettendo a disposizione l'energia non consumata in caso di carenza di

generazione o durante periodi di forte domanda. Oltre alle tecnologie di accumulo elettrochimico, possono essere presi in considerazione anche ESS alternativi, tra cui molto promettente è lo stoccaggio del surplus energetico sottoforma di idrogeno, con l'impiego di fuel-cells per la successiva restituzione. Altra possibilità consiste nell'utilizzo delle batterie dei veicoli elettrici quali accumuli decentralizzati. Infatti, la possibilità di combinare le richieste energetiche sia del settore civile che di quello dei trasporti utilizzando l'energia prodotta da FER per ricaricare i veicoli elettrici è riconosciuta come un fattore chiave per lo sviluppo delle comunità energetiche [22]. In particolare, Liu et al. [23] descrivono una comunità "a energia zero" pensata come un sistema ibrido rinnovabile in cui sono incluse batterie fisse e veicoli a idrogeno per migliorare l'autoconsumo, l'integrazione e la copertura del carico.

Insieme allo stoccaggio di energia, l'autosufficienza di una comunità energetica può essere ancora migliorata tramite la gestione del fabbisogno energetico degli utenti attraverso programmi di *Demand-Side Management* (DSM). Questa tipologia di programmi è in grado di favorire la modifica dei profili di carico degli utenti finali tramite lo scambio di segnali tra questi e la rete. Questi ultimi, inoltre, consentono di ridurre le congestioni della rete spostando i consumi degli utenti nelle ore non di punta. Ancora, le risorse lato domanda possono migliorare l'affidabilità e la resilienza della comunità energetica, cioè la capacità di continuare a funzionare in condizioni di normale funzionamento anche in caso di interruzione e preservare, quindi, il comfort degli utenti.

Tra gli altri fattori che risultano comuni alle esperienze comunitarie vi è sicuramente l'applicazione delle moderne tecnologie comunicative di carattere informatico meglio note come *Internet of Things* (IoT). Per IoT si intende quello sviluppo tecnologico in base al quale, attraverso la rete Internet, ogni oggetto dell'esperienza quotidiana acquista potenzialmente una sua identità nel mondo digitale in modo da poter comunicare con gli altri oggetti nella rete. Nel caso di Comunità Energetiche gli strumenti di misura, gli apparecchi elettronici, gli azionamenti, ecc. ... diventano componenti attivi del normale esercizio del sistema: banalmente, se la comunità producesse energia tramite un impianto fotovoltaico, si potrebbe ipotizzare di inviare un alert a ciascun membro nei casi in cui l'impianto è alla sua massima producibilità,

comunicando al consumatore finale la possibilità, in tempo reale, di assorbire un forte carico.

In conclusione, si elencano di seguito le principali caratteristiche che, dall'analisi della letteratura recente, risultano caratterizzare i modelli comunitari più virtuosi:

- Modelli gestionali “democratici” e con coinvolgimento diretto dei cittadini;
- Condivisione delle risorse energetiche, dei carichi e dei servizi;
- Diffusione di tecnologie di poligenerazione distribuita con sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili e/o ad elevata efficienza di conversione;
- Adozione di sistemi di accumulo dell'energia (EES);
- Esecuzione di programmi di gestione della domanda (DSM);
- Implementazione delle moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione (IoT).

1.3.3 Vantaggi delle comunità energetiche

Di seguito si riportano i benefici che la creazione di comunità energetiche o comunque di forme di aggregazione per l'autoconsumo collettivo assicura, non soltanto per i membri delle comunità stesse, ma anche per le intere zone interessate dal fenomeno.

In questo capitolo sono stati già analizzati quelli che sono gli effetti positivi che l'autoconsumo dell'energia apporta alla rete. Con la costituzione e la diffusione capillare di comunità energetiche, il sistema elettrico andrebbe a beneficiare in maniera amplificata dei vantaggi presentati nel paragrafo 1.2, relativi alla produzione e al consumo di energia elettrica nello stesso sito. Tra questi in particolare la maggiore affidabilità e stabilità della rete, e le minori perdite di trasmissione, tutti direttamente legati all'energia autoconsumata tra i membri della comunità e quindi alla riduzione dei flussi transitanti sul sistema.

Il maggior ricorso poi alle tecnologie rinnovabili contribuisce a ridurre la dipendenza energetica dall'estero, un problema cruciale che da sempre contraddistingue il nostro Paese e che oggi è particolarmente sentito nello scenario di crisi legato al conflitto ucraino e ai nuovi equilibri geopolitici che si vanno delineando a livello globale.

Infine, le comunità energetiche sono delle aggregazioni e in quanto tali potranno anche partecipare ai servizi di rete.

Tali benefici possono essere classificati distinguendo i vantaggi che competono al singolo utente e quelli concernenti invece l'intero territorio locale:

Benefici per gli utenti finali:

- Migliore qualità dell'energia e affidabilità: l'utilizzo di impianti di generazione localizzati a servizio di un gruppo di utenti, che richiedono la produzione di una quantità di energia maggiore rispetto a quella richiesta a sistemi a servizio di una singola utenza, migliora l'affidabilità della fornitura, consentendo una riduzione delle interruzioni ed una migliore gestione dei guasti;
- Maggiore accettabilità delle tecnologie rinnovabili: tramite la partecipazione attiva della popolazione, le comunità energetiche consentono una maggior presa di coscienza e accettazione delle tecnologie rinnovabili, incrementandone le installazioni;
- Maggiore accessibilità all'energia prodotta da fonti di energia rinnovabili tramite la condivisione dell'energia;
- Vantaggi economici: possono derivare dal risparmio in bolletta per il mancato acquisto dell'energia in caso di autoconsumo, da tariffe incentivanti applicate alle fonti rinnovabili, oppure dalla vendita dell'energia immessa in rete. Talvolta possono essere applicati degli sgravi fiscali;
- Economia di scala: partecipando in assetto comunitario agli investimenti, il costo pro-capite è minore; inoltre generalmente impianti di taglia maggiore hanno un'efficienza maggiore;
- Riduzione carbon footprint: l'adozione di fonti rinnovabili determina una riduzione delle emissioni di anidride carbonica e degli altri gas climalteranti;
- Riduzione della povertà energetica: la condivisione di energia tramite accordi di natura comunitaria può aiutare famiglie in cui risulta difficile l'accesso ai servizi energetici minimi.

Benefici per il territorio:

- **Benefici ambientali:** con l'adozione di fonti energetiche rinnovabili a servizio delle comunità si conseguono delle riduzioni delle emissioni inquinanti che possono essere determinanti per il raggiungimento dei target nazionali prefissati;
- **Sviluppo locale:** le comunità energetiche si configurano come possibili vettori di sviluppo locale, di creazione di nuova imprenditorialità e costruzione di filiere sul territorio, con conseguenti ricadute occupazionali;
- **Nuovi servizi locali:** i benefici economici possono essere utilizzati oltre che ovviamente per recuperare gli investimenti, anche per generare nuovo welfare attivando servizi che altrimenti la pubblica amministrazione non potrebbe erogare;
- **Maggior tasso di occupazione:** le nuove installazioni producono posti di lavoro a lungo termine, le tecnologie vanno infatti installate e mantenute nel tempo;
- **Contrasto allo spopolamento di aree interne:** la generazione di valore aggiunto a livello locale può limitare i flussi migratori verso aree urbane più ricche.

Come si può evincere dal precedente elenco, i benefici di una comunità energetica sono ascrivibili a più ambiti di interesse, a partire da quello energetico e tecnologico per arrivare a quello economico, senza tralasciare neppure quelli sociale ed ambientale. Il tema ambientale è sicuramente quello fondante del processo di transizione in atto verso la generazione elettrica diffusa e del concetto di comunità energetica che ne deriva. Stando allo studio "The potential for energy citizens in the European Union" curato dall'istituto di ricerca ambientale CE Delft, circa 264 milioni di cittadini europei, potrebbero produrre la propria elettricità autonomamente e da fonti rinnovabili entro il 2050, soddisfacendo così il 45% della domanda comunitaria di energia elettrica. Già entro il 2030 l'ultimo studio Elemens-Legambiente prevede che il contributo delle energy community possa arrivare a 17,2 GW di nuova capacità rinnovabile permettendo di incrementare, sempre al 2030, la produzione elettrica di

rinnovabili di circa 22,8TWh, coprendo il 30% circa dell'incremento di energia verde prevista dal PNIEC per centrare i nuovi target di decarbonizzazione individuati a livello europeo [24].

Contemporaneamente una piena realizzazione del potenziale delle Comunità permetterebbe non solo di incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili nel mix elettrico nazionale, ma favorirebbe anche il processo di decarbonizzazione nei settori termico e trasporti, trasladando i consumi dai vettori energetici fossili a quello elettrico. Il minor costo dell'energia autoconsumata rispetto a quella prelevata dalla rete, infatti, renderebbe ancor più conveniente l'installazione di sistemi di riscaldamento quali le pompe di calore, che verrebbero così alimentate dall'energia prodotta dagli impianti a fonti rinnovabili presenti all'interno della comunità energetica, con ulteriori benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni. L'energia elettrica prodotta dagli impianti rinnovabili installati nella comunità energetica potrebbe anche essere utilizzata per alimentare delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici contribuendo, anche in questo caso, a traslare i consumi energetici dei trasporti da combustibili fossili a energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, accelerando il processo di decarbonizzazione.

Tornando ai dati dello studio Elemens, altra questione interessante che emerge è quella relativa agli impatti economici e sociali. Si prevede che gli investimenti in nuova capacità rinnovabile, stimati in 13,4 miliardi di euro nel periodo 2021-2030, genereranno potenziali ricadute economiche sulle imprese italiane attive lungo la filiera delle rinnovabili pari a circa 2,2 miliardi di euro in termini di valore aggiunto contabile. In termini occupazionali, poi, si stima nel periodo 2021-2030 un impatto in termini di unità lavorative dirette, relative solo al lato 'impianti', pari a 19.000 addetti, senza considerare l'indotto che si verrebbe a creare attraverso gli interventi di efficienza energetica, gestione degli impianti, e di integrazione della mobilità sostenibile.

Capitolo 2 – Analisi degli aspetti normativi

L'attualità e l'evoluzione della materia inerente alle comunità energetiche, sulle quali sta nascendo un filone giuridico dedicato, presuppone che l'intervento del legislatore sia necessariamente accompagnato da atti organici volti a garantire uno sfruttamento razionale delle risorse, compatibilmente con i vincoli ambientali o paesaggistici, nonché garantendo la presenza di regole coerenti, chiare ed omogenee, che consentano agli operatori, così come agli enti autorizzanti, di portare avanti lo sviluppo di iniziative solide.

L'Unione Europea ha emanato negli ultimi anni due direttive incentrate sulle Comunità Energetiche Rinnovabili e le Comunità Energetiche dei cittadini, in linea con la volontà di raggiungere gli obiettivi prefissati.

2.1 Il contesto normativo europeo

Al fine di creare un contesto regolatorio favorevole al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e di quelli al 2050 siglati con l'Accordo di Parigi [25], nel novembre del 2016 l'UE inizia un processo di revisione ed aggiornamento del proprio quadro di politica energetica con la pubblicazione del "*Clean Energy for all europeans Package*" anche conosciuto come "*Winter Package*" o "*Clean Energy Package*" (CEP) [26].

Entrato in vigore solo nel 2019, il CEP è formato dai seguenti otto atti legislativi, di cui quattro regolamenti e quattro direttive:

- la Direttiva UE 2019/944 del 5 giugno 2019 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica, che abroga la precedente Direttiva 2009/72/CE sul mercato elettrico e modifica la Direttiva 2012/27/UE in materia di efficienza energetica;
- il Regolamento UE 2019/943 del 5 giugno 2019 sul mercato interno dell'energia elettrica;
- il Regolamento UE 2019/942 del 5 giugno 2019 relativo all'Agenzia dell'Unione per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia (ACER);

- il Regolamento UE 2019/941 del 5 giugno 2019 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica;
- la Direttiva UE 2018/2001 dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- la Direttiva UE 2018/2002 dell'11 dicembre 2018 che modifica la Direttiva UE 2012/27 sull'efficienza energetica;
- la Direttiva UE 2018/844 del 30 maggio 2018 che modifica la Direttiva UE 2010/31 sulla prestazione energetica nell'edilizia e la Direttiva UE 2012/27 sull'efficienza energetica;
- il Regolamento UE 2018/1999 dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima.

Il pacchetto introduce diverse misure legislative nei settori delle prestazioni energetiche degli edifici, dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. Si richiede inoltre agli Stati membri di fissare i propri target nazionali al 2030 attraverso la redazione di Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC), indicando i mezzi con cui si intende raggiungerli. Tali piani sono in seguito sottoposti alla Commissione, che può proporre eventuali modifiche e/o integrazioni.

Con l'approvazione del CEP si pongono al centro delle politiche energetiche dell'Unione i consumatori finali, offrendo loro l'opportunità di contribuire attivamente al raggiungimento degli sfidanti obiettivi di decarbonizzazione fissati a Parigi nel corso della Conferenza delle parti della Convenzione sui cambiamenti climatici del 2015 (COP21). Inoltre per la prima volta viene riconosciuto non solo il ruolo del singolo attore (in qualità di autoconsumatore o di cliente attivo), ma anche l'intervento collettivo per il raggiungimento di risultati ambientali e sociali che possano favorire la transizione energetica.

Sono due le direttive che hanno una particolare rilevanza rispetto alla centralità degli utenti finali nel processo di transizione. Si tratta della Renewable Energy Directive II (RED II) riguardante la promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, e della

Direttiva 2019/944 (IEM) relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

Il cuore della RED II sta nella fissazione dell'obiettivo vincolante, di almeno il 32% al 2030, da raggiungersi collettivamente nell'arco di un decennio (2021-2030) da parte degli Stati Membri, definito come quota dei consumi da energia rinnovabile (elettrico, usi termici e trasporto) sul consumo interno lordo dell'Unione.

In particolare, la Direttiva intende promuovere lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili sul territorio dell'Unione passando attraverso la partecipazione attiva dei cittadini e più in generale dei clienti finali. Essa introduce modelli di partecipazione a complessità crescente, definendo e normando l'autoconsumo singolo, l'autoconsumo collettivo, e le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER).

La RED II definisce innanzitutto *“l'autoconsumatore di energia rinnovabile”* come 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. La Direttiva definisce quindi gli *“autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente”* come un gruppo di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e si trovano nello stesso edificio o condominio. Queste nuove figure vengono introdotte per aumentare la partecipazione nei processi di produzione e consumo di energia delle famiglie.

La RED II introduce poi le CER (Comunità Energetiche Rinnovabili), definendole un soggetto giuridico che conformemente al diritto nazionale applicabile si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, è autonomo ed è 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;

- i cui azionisti o membri sono persone fisiche, PMI o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali;
- 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.

L'articolo 22 della Direttiva fornisce poi indicazioni utili per la formazione ed il riconoscimento delle CER. Gli Stati membri devono assicurare che:

- i clienti finali possano aderire alle comunità, senza essere soggetti a condizioni o procedure discriminatorie che ne impedirebbero la partecipazione, mantenendo i loro diritti e doveri di clienti finali;
- alle comunità sia concesso di produrre, consumare, immagazzinare e vendere l'energia rinnovabile tramite accordi di compravendita, di scambiare all'interno della comunità stessa l'energia rinnovabile prodotta dalle unità di generazione che vi appartengono, e di accedere a tutti i mercati dell'energia elettrica in modo non discriminatorio;
- siano rimossi eventuali ostacoli normativi e amministrativi allo sviluppo delle CER, e sia invece istituito un quadro favorevole alla promozione delle medesime;
- il gestore delle reti di distribuzione cooperi con le comunità per facilitare i trasferimenti di energia all'interno delle comunità;
- siano elaborati regimi di sostegno che considerino le specificità delle CER, in modo da consentire una competizione, alla pari con altre entità, al mercato per l'ottenimento di tale sostegno.

Nella definizione delle CER emergono alcune differenze cruciali rispetto a quanto previsto dalla norma nel caso degli autoconsumatori collettivi. In particolare in merito al perimetro di riferimento delle configurazioni, rispetto al limite dello stesso edificio previsto per l'autoconsumo collettivo, la Direttiva introduce per le CER il concetto di "prossimità" che, pur nella sua vaghezza, lascia intendere la possibilità di poter coinvolgere all'interno della stessa Comunità porzioni anche ampie di territorio e un numero significativo di soggetti.

D'altra parte, emerge anche un maggior numero di limitazioni: ad esempio, non vi sono cenni espliciti al ruolo degli operatori professionali, quando invece nel caso dell'autoconsumo collettivo è prevista per loro la possibilità di svolgere il ruolo di produttore. Inoltre sono escluse tutte le aziende diverse dalle PMI, quando queste possono invece far parte di configurazioni di autoconsumo collettivo a patto che siano fisicamente localizzate nell'edificio all'interno del quale si sviluppava la configurazione.

Anche la Direttiva IEM introduce alcune figure a complessità crescente per favorire la partecipazione degli utenti finali e non, al mercato dell'energia elettrica.

Le prime due figure sono quelle del “*cliente attivo*”, o del “*cliente attivo che opera in modo collettivo*”, e si configurano come un cliente finale o un gruppo di clienti finali consorziati che consuma o conserva l'energia elettrica prodotta nei propri locali situati all'interno di un'area delimitata o, se consentito da uno Stato membro, in altri locali, oppure vende l'energia elettrica autoprodotta o partecipa a meccanismi di flessibilità o di efficienza energetica, purché tali attività non costituiscano la principale attività commerciale o professionale.

Sono poi introdotte le “*Comunità Energetiche dei Cittadini*” (CEC) come un soggetto giuridico che:

- è fondato sulla partecipazione volontaria e aperta ed è effettivamente controllato da membri o soci che sono persone fisiche, autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, o piccole imprese;
- ha lo scopo principale di offrire ai suoi membri o soci o al territorio in cui opera benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità, anziché generare profitti finanziari;
- può partecipare alla generazione, anche da fonti rinnovabili, alla distribuzione, alla fornitura, al consumo, all'aggregazione, allo stoccaggio dell'energia, ai servizi di efficienza energetica, o a servizi di ricarica per veicoli elettrici o fornire altri servizi energetici ai suoi membri o soci.

Come nel caso della RED II, anche la Direttiva 2019/944 elenca, all'articolo 16, una serie di disposizioni per gli Stati membri, i quali devono assicurare che:

- i membri possano uscire in qualsiasi momento dalla comunità, senza perdere i loro diritti e doveri di clienti finali;
- il gestore del servizio di distribuzione cooperi con le comunità per facilitare gli scambi di energia al suo interno. Inoltre, è aperta la possibilità che le CEC possano possedere, acquistare o locare reti di distribuzione da gestire in completa autonomia. In questo caso, le comunità saranno ritenute finanziariamente responsabili degli squilibri che le loro attività apportano alla rete elettrica;
- le comunità possano organizzare al loro interno strutture di condivisione dell'energia elettrica prodotta dalle loro unità di produzione e di vendita della medesima energia, accendendo ai mercati elettrici in modo non discriminatorio.

Il legislatore europeo prevede quindi due configurazioni distinte del concetto di comunità energetica, la CER e la CEC. Le due condividono in parte la definizione data, in qualità di “soggetto giuridico fondato sulla partecipazione aperta e volontaria, il cui scopo prioritario non è la generazione di profitti finanziari, ma il raggiungimento di benefici ambientali, economici e sociali per i suoi membri nel territorio in cui opera”. Gli aspetti comuni ai due modelli sono dunque il carattere della partecipazione (aperto e volontario), il radicamento locale, l'obiettivo (benefici economici, ambientali e sociali piuttosto che profitti finanziari) oltreché parte delle attività che tali soggetti possono svolgere (produzione, accumulo, condivisione e vendita dell'energia prodotta).

Non mancano tuttavia le differenze, che sono riassunte nella *Tabella 2*.

Una CEC è basata unicamente su produzione e scambio di energia elettrica, mentre una CER fa riferimento ad energia rinnovabile in generale, quindi anche a produzione e scambio di energia termica. I partecipanti ad una CER devono essere localizzati in prossimità dei progetti di energia rinnovabile posseduti e sviluppati dalla CER 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 CER: 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 2 – Sintesi delle principali differenze tra le Comunità Energetiche Rinnovabili e le Comunità Energetiche dei Cittadini.

	Comunità Energetiche Rinnovabili (CER)	Comunità Energetiche dei Cittadini (CEC)
Normativa di definizione	RED II (Direttiva 2018/2001)	IEM (Direttiva 2019/944)
Partecipazione e controllo	La CER è un soggetto di diritto autonomo e l'esercizio dei poteri di controllo fa capo esclusivamente a persone fisiche, piccole e medie imprese, enti territoriali e autorità locali, ivi incluse le amministrazioni comunali, gli enti di ricerca e formazione, del terzo settore e di protezione ambientale, nonché le amministrazioni locali, che sono situate nel territorio degli stessi comuni in cui sono ubicati gli impianti per la condivisione dell'energia.	La CEC è un soggetto di diritto, con o senza personalità giuridica: <ul style="list-style-type: none"> a) fondato sulla partecipazione volontaria e aperta; b) controllato da membri o soci che: siano persone fisiche, autorità locali, ivi incluse le autorità comunali, gli enti di ricerca e formazione, del terzo settore e di protezione ambientale nonché le amministrazioni locali.
Obiettivi	La CER ha l'obiettivo principale di fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi soci o membri o alle aree locali in cui opera la comunità	La CEC ha lo scopo principale di offrire ai suoi membri o soci o al territorio in cui opera benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità anziché perseguire profitti finanziari.

	e non quello di realizzare profitti finanziari.	
<i>Perimetro</i>	I membri devono essere situati “in prossimità” dei progetti comunitari di energia rinnovabile.	Non è specificata una limitazione geografica a riguardo.
<i>Ambiti di attività</i>	Produzione, stoccaggio, vendita e consumo da parte dei propri membri di forme di energia rinnovabili, sia vettore elettrico che termico.	Produzione, distribuzione, fornitura, consumo, aggregazione, stoccaggio dell'energia, servizi di efficienza energetica, servizi di ricarica per veicoli elettrici e altri servizi energetici per i suoi membri o soci.

In generale l’attivazione di schemi di Autoconsumo Collettivo e di Comunità dell’Energia, definiti da queste direttive, si pone subito al centro del dibattito nazionale e comunitario. L’obiettivo di questi due meccanismi è quello di dare una risposta collettiva a bisogni energetici, sociali e ambientali, riconosciuti come prioritari dal contesto abitativo o dalla comunità in cui i cittadini vivono, in coerenza con gli obiettivi di decarbonizzazione assunti a livello italiano ed europeo.

2.2 Il contesto normativo italiano

2.2.1 Recepimento Anticipato

I temi delle Comunità Energetiche e dell’Autoconsumo Collettivo sono stati oggetto di una spiccata attenzione nel dibattito politico italiano.

Tra la fine del 2019 e il 2020 l’Italia ha avviato un percorso legislativo per il recepimento anticipato di quanto previsto dalla RED II in materia di comunità energetiche e di schemi di autoconsumo collettivo per il tramite dell’art. 42 bis inserito

nel Decreto Legge Milleproroghe (DL 162/19) [27], poi convertito il 28 febbraio 2020 nella Legge n.8/2020.

Tale norma è stata successivamente integrata con la regolazione da parte della Delibera dell'Autorità di settore (ARERA) e attuata da un Decreto Ministeriale del MiSE. Sono stati successivamente definiti anche i regolamenti operativi da parte del GSE.

Il 28 febbraio del 2020 il Decreto Milleproroghe viene convertito nella Legge n.8/2020 [28], che apre un quadro normativo e regolatorio volto a recepire anticipatamente ed in forma sperimentale e limitata quanto previsto dalla Direttiva europea RED II sui temi delle Comunità di Energia Rinnovabili e dei gruppi di Autoconsumatori Collettivi. Il regime introdotto pur con un carattere di transitorietà, ha il compito di sperimentare le ricadute e i potenziali elementi critici relativi all'introduzione delle due configurazioni nel sistema elettrico italiano. L'obiettivo del legislatore è quello di testare gli schemi in vista del pieno recepimento della Direttiva e consentire a tutte le parti interessate di verificare gli impatti di tali meccanismi dal punto di vista normativo, finanziario e sociale.

In linea con i principi della RED II, l'autoconsumo collettivo e la partecipazione alle CER sono finalizzati a coinvolgere nel mercato dell'energia tutti quegli attori che normalmente non ne sono parte attiva: cittadini, pubbliche amministrazioni, piccole e medie imprese. Il Decreto stabilisce che possono far parte delle comunità persone fisiche, piccole e medie imprese, enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali purché la partecipazione alla comunità non costituisca la principale attività commerciale e industriale. Per i gruppi di Autoconsumo Collettivo, i soggetti diversi dai nuclei familiari possono associarsi solo nel caso in cui la produzione e la condivisione di energia all'interno della configurazione non costituiscano l'attività commerciale e professionale principale. Coerentemente con la direttiva europea l'obiettivo principale delle associazioni rimane quello di fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi azionisti o membri o alle aree locali.

La prima fase di sperimentazione si è contraddistinta per l'introduzione di alcuni vincoli e caratteristiche specifiche. Gli impianti a fonti rinnovabili detenuti dalle CER o dagli schemi di autoconsumo collettivo devono avere potenza non superiore a 200

kW e devono essere entrati in esercizio dopo il 1° marzo 2020, data di entrata in vigore della legge di conversione del Milleproproghe, ed entro i sessanta giorni successivi alla data di entrata in vigore del recepimento complessivo della Direttiva europea. Rispetto al concetto di prossimità, gli autoconsumatori che agiscono collettivamente devono trovarsi nello stesso edificio o condominio, mentre i membri delle comunità energetiche devono trovarsi sulla porzione di rete di bassa tensione sottesa alla medesima cabina secondaria (MT/BT), come schematizzato in *Figura 1.1*.

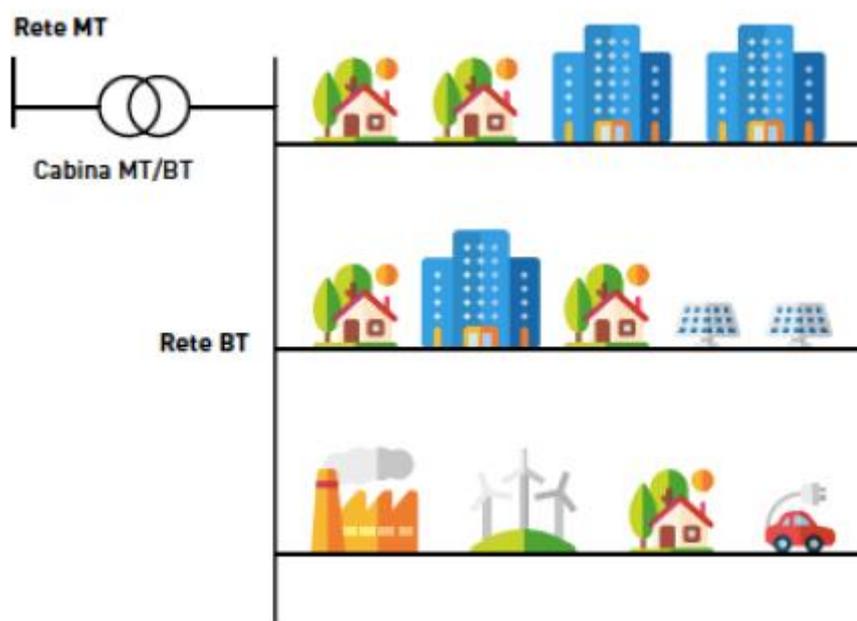


Figura 2.1 - Schema di principio di una CER rispondente ai requisiti della Legge n.8/2020

La Legge 8/2020 garantisce ai partecipanti ai due schemi sopracitati il mantenimento dei propri diritti e doveri di consumatori finali, i quali devono per esempio essere liberi di scegliere il proprio fornitore di energia, e al contempo sono tenuti a pagare gli oneri di rete (con alcune esenzioni corrispondenti a costi evitati) e di sistema per l'energia prelevata dalla rete. I membri possono decidere di uscire dalla configurazione, che sia essa una comunità o uno schema di autoconsumo collettivo, in qualsiasi momento, fermi restando eventuali corrispettivi concordati in caso di recesso anticipato per la compartecipazione agli investimenti sostenuti, che devono comunque risultare equi e proporzionati.

La legge incarica rispettivamente l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente – ARERA – e il Ministero per lo Sviluppo Economico – MiSE – di individuare il modello di regolazione e il sistema di incentivazione da applicare alle CER e agli schemi di autoconsumo collettivo.

Il 4 agosto 2020 ARERA ha definito, attraverso la pubblicazione della Delibera 318/2020/R/eel [29], il modello di regolazione transitorio da applicare agli schemi che coinvolgono gli autoconsumatori che agiscono in modo collettivo e alle Comunità Energetiche Rinnovabili. La Delibera tiene conto delle osservazioni che sono pervenute al documento di consultazione DCO 112/2020 [30], che conteneva una prima serie di riflessioni in merito al modello regolatorio da adottare e alle componenti tariffarie da applicare agli autoconsumatori che agiscono collettivamente e alle Comunità Energetiche Rinnovabili.

Relativamente ai nuovi schemi di condivisione energetica introdotti, ARERA ha analizzato due possibili modelli di regolamentazione:

1. uno schema fisico, con una connessione privata diretta tra impianto di generazione e le utenze, con la presenza di un unico punto di accesso (POD – Point Of Delivery) alla rete pubblica;
2. uno schema virtuale, che prevede l’utilizzo della rete pubblica per lo scambio di energia tra unità di generazione e di consumo, attraverso un calcolo successivo delle componenti da restituire ai partecipanti allo schema in funzione dei benefici apportati alla rete.

Prendendo come esempio l’autoconsumo collettivo, con lo schema d’autoconsumo fisico (*Figura 2.2*) si ha un solo POD di scambio con la rete e ciò equivale a dire un unico contratto di fornitura dell’energia elettrica a servizio delle utenze comuni e domestiche del condominio. L’energia prodotta e autoconsumata istantaneamente rimane effettivamente all’interno del perimetro della rete privata di edificio, quindi non sarebbe soggetta all’applicazione della parte variabile degli oneri di rete e di sistema che si applicano esclusivamente all’energia prelevata dalla rete pubblica. Per

quanto riguarda la contabilizzazione dei consumi delle utenze i partecipanti allo schema devono installare un'infrastruttura di misura non fiscale.

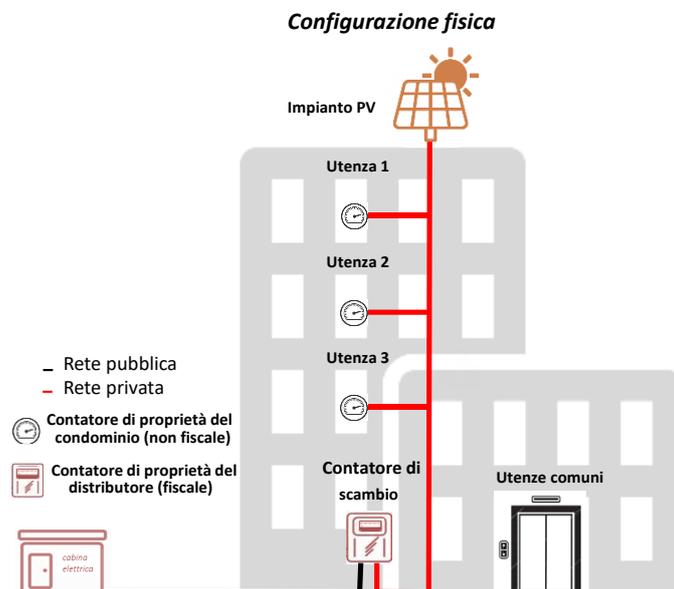


Figura 2.2 – Schema di autoconsumo fisico con connessione privata delle utenze all'impianto di produzione e unico punto di accesso alla rete pubblica.

Nello schema di autoconsumo virtuale (*Figura 2.3*), la rete pubblica rimane invariata ed ogni utente è normalmente connesso ad essa tramite un proprio POD. In questo modo ogni membro dispone di un proprio contatore fiscale e di un proprio contratto di fornitura. Pertanto viene mantenuta la libertà da parte di ciascuno di poter scegliere il proprio fornitore di energia o di uscire dallo schema. L'operazione commerciale per valutare le quote di autoconsumo è sostanzialmente basata su un confronto tra le misure istantanee di produzione e i consumi delle utenze. Il servizio di misura viene gestito dal distributore elettrico.

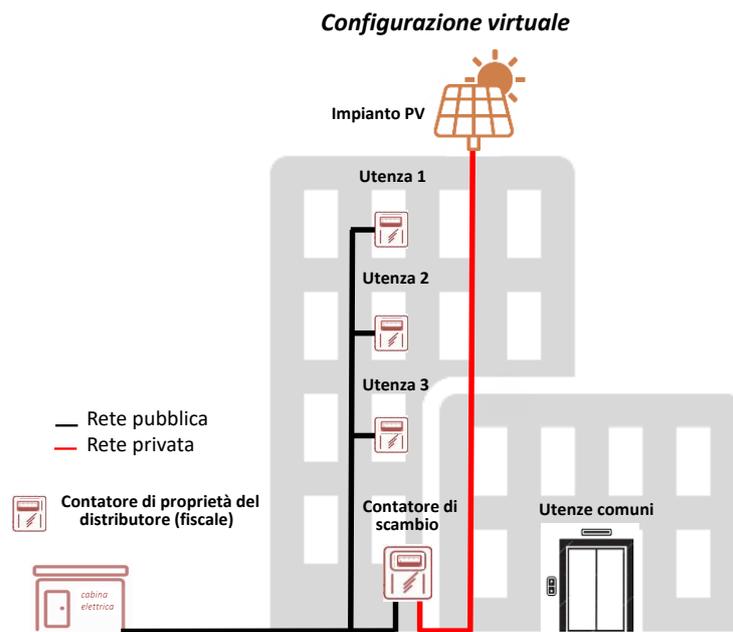


Figura 2.3 – Schema di autoconsumo virtuale con connessione su rete pubblica tra le utenze e impianto di produzione.

Prima di identificare il modello da adottare, ARERA ha esaminato benefici e limiti delle due configurazioni. Il modello di regolazione individuato dall’Autorità quale il più efficace per l’implementazione delle CER e degli schemi di autoconsumo collettivo è lo schema virtuale, dal momento che con esso si conseguono i benefici derivanti dal consumo in sito dell’energia localmente prodotta senza dover realizzare nuove reti private. Inoltre, l’approccio virtuale, oltre ad evitare la duplicazione di asset di rete, risulta molto flessibile e consente di salvaguardare i diritti di ogni soggetto partecipante di abbandonare la configurazione o di apportare modifiche alla propria fornitura senza dover modificare le reali connessioni elettriche.

Con questo schema, per energia condivisa s’intende il minimo, in ciascun periodo orario, tra l’energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti a fonti rinnovabili e l’energia elettrica prelevata dall’insieme dei clienti finali associati. Tale energia è condivisa per l’autoconsumo istantaneo, che può avvenire anche attraverso sistemi di accumulo. Rispetto all’energia condivisa vengono riconosciuti un incentivo e un beneficio tariffario: entrambi tali corrispettivi sono erogati dal GSE.

La metodologia di calcolo della ripartizione dei benefici economici conseguiti è frutto di accordi contrattuali tra i condòmini (per l'autoconsumo collettivo) oppure è stabilita nei regolamenti delle CER e può basarsi ad esempio:

- a) su un criterio energetico, per esempio in proporzione ai prelievi di ciascun utente in ogni intervallo temporale di misura;
- b) su un criterio fisso, per esempio di tipo millesimale o in funzione della compartecipazione all'investimento da parte del singolo condomino, non in relazione con i consumi energetici delle singole abitazioni.

Il caso a) costituisce un reale incentivo a consumare nelle ore di maggior produzione degli impianti [31].

La delibera definisce poi alcune figure terze e i possibili rapporti che queste possono avere con lo schema, ossia il «referente» della configurazione, soggetto responsabile dei rapporti con il GSE per la costituzione dell'associazione e per la richiesta di accesso alla valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa e il «produttore», responsabile dell'esercizio degli impianti di produzione interni alla comunità. Il «referente» della configurazione è, nel caso di un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, il legale rappresentante dell'edificio o condominio, oppure un produttore di energia elettrica che gestisce uno o più impianti di produzione che appartengono alla configurazione. Nel caso di una comunità di energia rinnovabile, il referente è la comunità stessa, in qualità di soggetto giuridico. Il «produttore» è una persona fisica o giuridica che produce energia elettrica indipendentemente dalla proprietà dell'impianto di produzione. Nel caso di una comunità di energia rinnovabile, gli impianti di produzione possono essere gestiti dalla comunità medesima o da un suo membro o da un produttore terzo, ma devono essere detenuti dalla comunità di energia rinnovabile (cioè essa ne ha la proprietà o la piena disponibilità sulla base di un titolo giuridico anche diverso dalla proprietà, quale ad esempio l'usufrutto o il comodato d'uso). Nel caso di un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, l'impianto può essere di proprietà di un soggetto terzo e/o gestito da un soggetto terzo, purché esso resti soggetto alle istruzioni del gruppo di autoconsumatori.

Infine la Delibera conferma lo schema stabilito dalla Legge 8/2020, nel quale si prevede che il GSE eroghi al soggetto referente i corrispettivi economici di seguito riportati:

- la restituzione di alcune componenti tariffarie definite dalla Delibera 318/2020 secondo una logica di remunerazione degli oneri di rete di tipo cost-reflective, che ARERA ha quantificato in 10 €/MWh per l'Autoconsumo Collettivo e in 9 €/MWh per le CER sull'energia condivisa;
- un incentivo sull'energia condivisa stabilito dal MiSE;
- la remunerazione dell'energia immessa in rete da ciascun impianto (esclusa quindi quella autoconsumata fisicamente) a prezzo zonale.

Il 16 settembre 2020 il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) ha emanato il Decreto che individua la tariffa incentivante per le configurazioni sperimentali di autoconsumo collettivo e comunità energetiche rinnovabili [32]. Il decreto stabilisce che la tariffa incentivante si applica all'energia condivisa tra i partecipanti ai due schemi, valorizzata con incentivo di tipo feed-in premium¹ differenziato:

- 100 €/MWh per l'energia condivisa dai partecipanti agli schemi di autoconsumo collettivo;
- 110 €/MWh per l'energia condivisa dai membri di una comunità energetica rinnovabile.

L'incentivo viene erogato per un periodo di 20 anni, al fine di consentire una adeguata remunerazione degli investimenti. Il beneficio economico previsto premia la capacità degli utenti di consumare nel periodo orario in cui l'energia viene generata, massimizzando la quantità di energia condivisa: ne consegue che la profittabilità dell'investimento affrontato aumenta al crescere dell'attitudine degli utenti a consumare l'energia nel momento in cui essa è prodotta. Il Decreto specifica che l'energia prodotta dagli impianti detenuti dalla CER o dai componenti dello schema di autoconsumo collettivo rimane nella loro disponibilità ed è inoltre facoltà del soggetto referente dello schema richiedere anche il servizio di ritiro dell'energia immessa in

¹ Ovvero incentivi che si sommano al valore di mercato dell'energia.

rete da parte del GSE (Ritiro Dedicato), per il quale è previsto un prezzo minimo garantito.

Inoltre, il decreto stabilisce quali altre agevolazioni possano essere applicate. In particolare:

- non possono essere applicati gli incentivi previsti dal decreto FER del 04 luglio 2019;
- non possono essere applicati i meccanismi dello scambio sul posto;
- può essere applicata la detrazione del 50% prevista dal decreto del Presidente della Repubblica n.917/1986, nel limite massimo di spesa complessivo di euro 96.000 riferito all'intero impianto;
- il superbonus 110% può essere applicato alla quota di spesa corrispondente ad una potenza massima di 20 kW, in alternativa alla detrazione del 50%; per la quota di spesa corrispondente alla potenza eccedente i 20 kW si applica la detrazione ordinaria del 50%.

Il 22 dicembre 2020 sono state pubblicate sul sito internet del GSE le Regole Tecniche [33] per accreditare le CER e gli schemi di autoconsumo collettivo nel rispetto della normativa e della regolazione vigente, in modo da ottenere i contributi previsti dal Decreto MiSE e dalla delibera ARERA. I primi sei mesi del 2021 hanno quindi permesso di identificare, attraverso la sperimentazione in campo i principali vincoli allo sviluppo delle iniziative a legislazione e regolazione vigente.

Per quanto riguarda le CER è possibile affermare che le principali criticità riscontrate sono relative a:

- il perimetro dell'iniziativa: la cabina di trasformazione MT/BT costituisce un vincolo sostanziale alla realizzazione di iniziative di una taglia rilevante e all'individuazione dei membri da coinvolgere;
- la tipologia di tecnologia di fonte rinnovabile utilizzata: la cabina di trasformazione MT/BT costituisce un vincolo sostanziale di utilizzo di impianti da fonti rinnovabili che sono per definizione allacciate alla cabina primaria, come un parco eolico o una centrale idroelettrica;
- la potenza massima dei singoli impianti: fissata a 200 kW, risulta limitare la partecipazione dei soggetti terzi e permette di realizzare unicamente progetti

capaci di aggregare poche decine di nuclei familiari (e un numero ancora più limitato di piccole e medie imprese);

- la definizione degli incentivi: lo schema previsto dal MiSE premia solo l'energia condivisa mediante una tariffa unica che prescinde dalle taglie di impianto, ove gli impianti di dimensioni inferiori paiono sostenibili solo grazie alla presenza degli incentivi di natura fiscale (detrazioni e SuperBonus), la cui natura è tuttavia temporanea;
- le tipologie di soggetti che possono aderirvi: occorre valutare la possibilità di estendere la partecipazione alle configurazioni a soggetti oggi esclusi, ma la cui inclusione è in linea con i principi di tali modelli, quali ad esempio ONG ed enti del terzo settore;
- la difficoltà di accedere alle informazioni detenute dai DSO (Distribution System Operators): come la verifica di appartenenza alla medesima cabina MT/BT, che deve essere necessariamente effettuata dal referente prima di poter presentare istanza al GSE, o informazioni sulle curve di carico dei potenziali utenti partecipanti alla configurazione utili per il dimensionamento ottimale degli impianti di produzione.

A conti fatti, le CER sono trattate dalla Legge 8/2020 come uno schema di autoconsumo collettivo “esteso”, dove la focalizzazione degli interessi è incentrata essenzialmente sugli aspetti elettro-energetici e sugli eventuali benefici apportati alla rete.

Tra i limiti più significativi emerge quello del perimetro delle configurazioni, che nella regolamentazione anticipata è basato sul criterio delle cabine secondarie. Questa scelta comporta, pur con un certo grado di variabilità, una dimensione piuttosto ridotta delle CER. Partendo dai Piani di Sviluppo Rete dei sei più grandi DSO per clienti serviti (rappresentativi del 96% delle reti nazionali) si può definire un numero medio di clienti sottesi ad ogni cabina secondaria: i distributori oggetto dell'analisi gestiscono circa 480 mila cabine secondarie e alimentano circa 35 milioni di clienti – risulta così una media di circa 73 clienti sottesi a ciascuna cabina secondaria [34]. Oltre a comportare un vincolo sul numero di partecipanti che possono accedere agli schemi, la limitazione allo stesso ramo di rete in bassa tensione, costituisce un problema dal punto di vista

del collegamento degli impianti di produzione a causa delle possibili saturazioni della hosting capacity delle cabine secondarie.

Inoltre l'allaccio alla cabina secondaria risulta limitativo per la scelta della tecnologia di produzione da fonti di energia rinnovabili da utilizzare, favorendo l'utilizzo del solare fotovoltaico a discapito di eolico e idroelettrico che per le potenze trattate sono allacciate alla cabina AT/MT.

Parallelamente a quello del perimetro, si pone il problema del tetto massimo di 200 kW sulla potenza dei singoli impianti, che non consente di avviare progetti che prevedano un forte afflusso di utenze con dei consumi rilevanti, in maniera da ottenere dei vantaggi significativi.

2.2.2 Recepimento definitivo della RED II

Il recepimento complessivo della RED II è avvenuto con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale, in data 30/11/2021, del Dlgs n. 199 [35] dell'8 novembre 2021 entrato ufficialmente in vigore il giorno 15/12/2021.

Se per gli schemi di autoconsumo collettivo non vengono definite novità sostanziali, alcuni cambiamenti importanti vengono introdotti per le comunità energetiche, definendo un quadro normativo per lo sviluppo di iniziative maggiormente complesse in termini di dimensione territoriale, di impatto sul sistema elettro-energetico, di attività e di coinvolgimento degli attori locali.

In data 02/08/2022 è stato inoltre pubblicato da ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambienti) il documento per la consultazione 390/2022 "Orientamenti in materia di configurazioni per l'autoconsumo previste dal decreto legislativo 199/2021 e dal decreto legislativo 210/2021" [36] che chiarisce molti aspetti importanti in merito alla situazione attuale e agli aspetti normativi futuri.

Si riassumono di seguito le principali novità riguardanti le CER:

- Possono accedere all'incentivo gli impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 1 MW che entrano in esercizio in data successiva a quella di entrata in vigore del decreto, cioè 16 dicembre 2021;

- Le utenze interessate dalla configurazione devono essere sottese alla medesima cabina primaria di trasformazione (AT/MT);
- Si introduce la possibilità di includere nella configurazione impianti già esistenti, per una quota comunque non superiore al 30% della potenza complessiva degli impianti detenuti dalla comunità;
- Si amplia la possibilità di accedere alla CER anche a enti religiosi, enti del terzo settore e di ricerca.

In relazione al documento ARERA 390/2022 non si notano stravolgimenti o cambiamenti rispetto a quanto anticipato nelle precedenti documentazioni. Tra gli elementi di vera novità emergono i seguenti punti:

- Il superamento della cabina primaria;
- La connotazione non più senza fini di lucro della comunità;
- La possibilità di condividere energia termica.

Le decisioni intraprese dal legislatore, da un lato sul fronte della potenza massima per singolo impianto, che passa dai precedenti 200 kW ad 1 MW, e dall'altro su quello del perimetro delle configurazioni, che viene esteso dalla cabina secondaria a quella primaria, consentirà di realizzare impianti di una taglia maggiore che possano effettivamente soddisfare le esigenze energetiche di una comunità con un discreto numero di utenze, e non solo di poche famiglie come avveniva con i vincoli introdotti dal recepimento anticipato.

La possibilità di inserire nella configurazione impianti esistenti, seppure in quota limitata al 30% della potenza complessiva, va nella direzione della valorizzazione del territorio locale e di una maggiore integrazione con esso del parco di generazione delle singole comunità. Tra le altre novità, il decreto amplia la platea dei soggetti che possono accedere ad una comunità energetica: oltre alle famiglie, agli enti locali e alle PMI si estende la partecipazione anche agli enti religiosi, del terzo settore e quelli di ricerca. Inoltre in favore dell'utilizzo da parte dei propri membri, le comunità possono anche produrre altre forme di energia da fonti rinnovabili, promuovendo interventi integrati di domotica, interventi di efficienza energetica, offrendo servizi di ricarica dei veicoli elettrici e assumendo il ruolo di società di vendita al dettaglio.

Nuove disposizioni riguardano anche la tariffa incentivante riconosciuta sull'energia prodotta e condivisa all'interno della comunità. A tal proposito la domanda di accesso all'incentivo deve essere presentata all'entrata in esercizio dell'impianto (nel regime transitorio l'incentivo veniva attribuito a partire della data di presentazione dell'istanza al GSE). Inoltre l'accesso all'incentivo è garantito fino al raggiungimento di contingenti di potenza stabiliti su base quinquennale.

L'articolo 14 del Decreto definisce poi i criteri specifici di coordinamento fra le misure introdotte dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e gli strumenti di incentivazione settoriali. In particolare, al comma e) viene specificato che *“in attuazione delle misure Missione 2, Componente 2, Investimento 1.2 “Promozione rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo” sono definiti criteri e modalità per la concessione di finanziamento a tasso zero fino al 100% dei costi ammissibili, per lo sviluppo della comunità energetiche, così come definite nell'articolo 31, nei piccoli comuni attraverso la realizzazione di impianti di produzione di FER, anche abbinati a sistemi di accumulo di energia.”*.

Il PNRR, approvato il 13 luglio 2021, prevede infatti circa 60 miliardi di investimenti alla *“Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica”*. Di questi, 23,78 miliardi sono rivolti complessivamente alle energie rinnovabili e nello specifico 2,2 miliardi proprio per lo sviluppo delle comunità energetiche per i Comuni al di sotto di 5000 abitanti, individuando in PA, famiglie e microimprese che vi coesistono i principali beneficiari in termini di sostegno all'economia, alla coesione sociale, nonché di contrasto allo spopolamento.

2.3 Le Comunità Energetiche in Italia

Verranno di seguito presentati i primi esempi di CER che sono stati realizzati in Italia ai sensi del DL n. 162/2019.

2.3.1 Magliano Alpi: la prima Comunità Energetica d'Italia

Il primo esempio di Comunità Energetica italiana come definita dall'art. 42 bis del DL n. 162/2019 è quello del comune di Magliano Alpi (2.231 abitanti), in provincia di Cuneo. Il 28 aprile 2020 la Giunta Comunale di Magliano Alpi ha deliberato di aderire al “Manifesto delle Comunità Energetiche per una centralità attiva del Cittadino nel nuovo mercato dell'energia” promosso dall'Energy Center del Politecnico di Torino. Il Comune ha poi promosso una manifestazione di interesse per raccogliere adesioni alla costituenda CER. Il 4 dicembre 2020 è avvenuta la costituzione dell'associazione non riconosciuta “Comunità Energetica Rinnovabile Energy City Hall”, registrata all'Agenzia delle Entrate il 18 dicembre 2020. Il Comune, in qualità di coordinatore e prosumer della CER, ha messo a disposizione un impianto da 20 kW installato sul tetto del Palazzo comunale, come si può vedere in *Figura 2.4*. L'impianto è costituito da n°60 moduli ognuno di 330 W di potenza e n°2 inverter ognuno di 15 kW di potenza. L'impianto è collegato al POD del Municipio e può condividere l'energia prodotta e non autoconsumata con gli utenti della comunità, inizialmente costituiti dalla biblioteca, dalla palestra, dalle scuole e da quattro residenti che hanno aderito all'iniziativa. All'impianto sono state collegate due colonnine per la ricarica dei veicoli elettrici, utilizzabili gratuitamente dai residenti, e possibilmente altri prosumer e utenti.



Figura 2.4 - Impianto FV installato sul municipio di Magliano Alpi (CN)

Il Comune ha installato presso tutti i POD facenti parte della configurazione degli smart meters e ha scelto di avvalersi della piattaforma Energy4Com per l'analisi dei flussi energetici di produzione e consumo, ottenendo un dettaglio aggiuntivo a quello fornito dal GSE. La recente entrata in esercizio della CER Energy City Hall non permette al momento di avere risultati disponibili da analizzare, ma saranno disponibili nei prossimi mesi. L'obiettivo del Comune di Magliano Alpi è quello di ricoprire un ruolo attivo come Pubblica Amministrazione nello sviluppo di modelli innovativi per il rilancio del territorio, infondendo fiducia nei cittadini per coinvolgerli nella transizione energetica e mettendo a disposizione dei comuni limitrofi il know-how acquisito [37]. Per questo motivo l'associazione "Comunità Energetica Rinnovabile Magliano Alpi" ha nel tempo messo a disposizione la sua esperienza proponendosi come partner di ogni Comune che sia interessato alla costituzione di una CER e che voglia seguire l'esempio della prima CER d'Italia. Dall'esperienza della CER di Magliano Alpi è nato GOCER: Gruppo Operativo di Comunità Energetiche Rinnovabili.

2.3.2 Comunità Energetica e solidale di Napoli Est

Nel quartiere di San Giovanni a Teduccio, nella periferia est di Napoli, è stata realizzata la "Comunità energetica e solidale di Napoli Est", la prima comunità energetica del Sud Italia, avente la forma di Ente del Terzo Settore. Il progetto, promosso da Legambiente e finanziato da Fondazione con il Sud, coinvolge la Fondazione Famiglia di Maria, che gestisce un centro socio-educativo nel quartiere, e 40 famiglie con disagi economici che godono dei benefici di questo nuovo sistema energetico. Il progetto comprende anche una campagna di sensibilizzazione delle famiglie coinvolte, per aumentare la consapevolezza dei temi energetici ed aumentare i benefici della comunità. L'energia condivisa viene prodotta dall'impianto fotovoltaico da 53 kW installato sulla copertura della Fondazione Famiglia di Maria (Figura 2.5), in grado di produrre 65 000 kWh/anno che verranno condivisi con le

famiglie. È stato stimato un risparmio reale, in termini di minor energia elettrica consumata da tutti gli aderenti alla CER, pari a circa 300mila euro in 25 anni [38].

L'iniziativa è stata descritta anche sul New York Times come la prima 'comunità sociale che fornisce energia pulita', sottolineando l'innovazione di tale progetto che risiede nel voler perseguire un obiettivo di contrasto alla povertà energetica attraverso lo strumento delle CER.



Figura 2.5 - Impianto FV installato sul tetto della Fondazione di Maria a San Giovanni a Teduccio, Napoli.

Capitolo 3 – Strumenti di simulazione per lo studio di fattibilità di comunità energetiche

L'utilizzo di software di supporto nel calcolo energetico, economico e di valutazione ambientale di una CER risulta essere di fondamentale importanza per la prefattibilità e la gestione del *business plan* della stessa. L'utilizzo di un software permette di sviluppare le fasi di calcolo in tempi brevi, tali da effettuare immediatamente una prima analisi dei risultati, il cui grado di dettaglio dipenderà fortemente dallo stesso relativo ai dati di input. Ad esempio, i risultati sulla produzione da fotovoltaico saranno tanto più accurati quanto lo saranno le informazioni su posizionamento, orientamento, inclinazione ed eventuale ombreggiamento dell'impianto installato. Allo stesso modo i risultati sui consumi che potranno essere coperti dagli impianti dalla CER e di conseguenza quelli che invece saranno soddisfatti con l'energia prelevata dalla Rete Elettrica Nazionale, dipenderanno dall'accuratezza dei dati di consumo forniti (divisi per fasce di consumo F1, F2, F3) del prosumer e dei vari consumers che partecipano alla CER. Questo permetterà di valutare la suddivisione dei consumi per ogni fascia, in modo da avere una stima mensile e, in ultima analisi, annuale.

I software descritti di seguito sono stati utilizzati durante il percorso di tesi e tirocinio nella fase preliminare di realizzazione di una CER, come strumento di supporto per la stessa. In particolare i primi due, SolarEdge Designer e Solarius-PV, non sono stati ideati appositamente per le CER, ma per la progettazione di impianti da solare fotovoltaico, che risulta essere ad oggi la tecnologia da fonti rinnovabili più utilizzata, dunque sono software utili nella fase di progettazione degli impianti della CER stessa. L'ultimo invece, Recon ENEA, è un software proposto da ENEA per l'analisi di prefattibilità delle CER.

3.1 SolarEdge Designer

SolarEdge Designer è una piattaforma web gratuita che aiuta i professionisti del solare a velocizzare i tempi e ridurre i costi di progettazione del fotovoltaico in modo da generare proposte vincenti per i clienti. SolarEdge Designer è di proprietà di SolarEdge, un produttore leader di inverter FV a livello globale, che dopo la fondazione avvenuta nel 2006 è attualmente leader mondiale nelle tecnologie smart energy. Grazie a risorse ingegneristiche di primissimo livello e ad un continuo focus sull'innovazione, realizzano prodotti e soluzioni smart energy per guidare il progresso [39].

Tra i vantaggi di questo software si considerano:

- Gratuito - nessuna licenza o abbonamento richiesto, utilizzo previa registrazione;
- Supporto di immagini satellitari o personalizzate del sito d'interesse;
- Processo di progettazione semplificato con molte procedure automatiche come il cablaggio, la convalida istantanea del progetto, il rilevamento di più ostacoli e la mappatura dei codici a barre degli ottimizzatori di potenza;
- Simulazione 3D del sito;
- Interfaccia grafica pulita e interattiva;
- Accesso multiutente all'account Designer per una facile collaborazione al progetto.

SolarEdge Designer viene utilizzato per effettuare una simulazione di impianto fotovoltaico partendo da un sito, permette dunque di stimare la potenza installabile sull'area a disposizione a seconda della tipologia di moduli scelti, calcolare la produttività, l'autoconsumo e dunque l'energia che, in una configurazione isolata possa essere venduta alla Rete Elettrica, ma che in configurazione CER possa essere condivisa.

Di seguito si riportano le fasi di lavoro del software, a partire dai dati di input fino ai risultati:

➤ *Informazioni sul progetto:*

- Selezionare se si tratta di un edificio residenziale o commerciale;
- Coordinate del sito: il software inserisce di conseguenza il comune in cui si trova l'edificio, CAP, Stazione meteo più vicina;
- Consumo: consumo espresso in kWh annuale o mensile, profilo di consumo da scegliere tra quelli proposti o da inserirne uno personalizzato;
- Parametri di rete: rete elettrica, fattore di potenza.

L'inserimento delle coordinate permette di avere una visualizzazione satellitare dell'edificio dall'alto.

➤ *Modellazione impianto:*

- 2D: si definiscono graficamente, in maniera manuale o automatica, con supporto del software, i contorni esterni ed interni del tetto dell'edificio;
- 3D: si definisce graficamente, in maniera manuale o automatica, l'altezza dell'edificio e l'inclinazione delle falde del tetto.

La modellazione grafica permette di dare all'utente un'interfaccia con facile interpretazione, come mostrato in *Figura 1.1*.

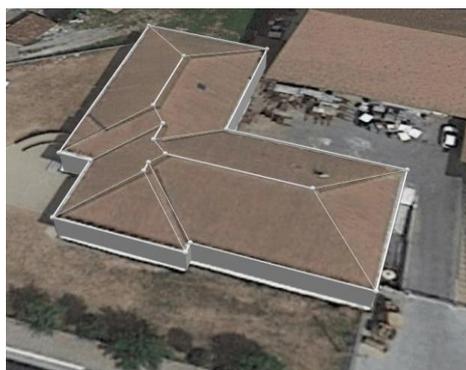


Figura 3.1 - Edificio scolastico di Roccaforte Mondovì (CN) simulato con SolarEdge Designer

➤ *Posizionamento moduli:*

- Moduli FV: produttore, modello, colore;
- Posizionamento: supporto, orientamento, azimuth del tetto, inclinazione del tetto, offset di fila, spaziatura tra le colonne, spaziatura tra le righe.

I modelli dei moduli fotovoltaici possono essere scelti a partire da una lista già presente nel database della piattaforma, ma c'è anche la possibilità di aggiungere un nuovo modello inserendo tutte le specifiche. Dopo aver inserito tutti i dati è possibile selezionare la falda più idonea e posizionare graficamente i moduli fotovoltaici, come mostrato in *Figura 3.2*, così da valutare la potenza e il numero di moduli installabili complessivamente, valutando in maniera immediata se è preferibile un orientamento orizzontale o verticale dei pannelli a seconda della potenza installabile cui si vuole tendere complessivamente.



Figura 3.2 -Edificio scolastico di Roccaforte Mondovì (CN) simulato tramite SolarEdge Designer

➤ *Progettazione elettrica:*

- Accumulo;
- Inverter: tipo di inverter, quantità, ottimizzatore di potenza;
- Stringatura automatica o manuale.

La fase di progettazione elettrica permette di effettuare la scelta di uno o più inverter, la stringatura, seguendo le indicazioni sui limiti da rispettare fornite dalla piattaforma, e dunque il calcolo del sovradimensionamento dell'inverter.

➤ *Analisi finanziaria:*

- Parametri finanziari: tasso di sconto del flusso di cassa, aumento previsto del costo dell'elettricità annuale, degrado atteso della produzione del sistema, durata del sistema, durata dell'inverter, costi O&M annuali, costo della sostituzione dell'inverter, aliquota fiscale;
- Consumo di energia: consumo espresso in kWh annuale o mensile, profilo di consumo;
- Distinta materiali: per ognuno dei componenti si valuta quantità, prezzo totale, note; sul prezzo finale si può aggiungere uno sconto e calcolare l'IVA;
- Tariffa per esportazione e consumo energia: gestore della rete, tariffa elettrica;
- Incentivi.

Molti dei dati da inserire in questa sezione sono inseriti automaticamente dal software sulla base delle scelte effettuate nelle sezioni precedenti, altri possono essere modificati o aggiunti.

➤ *Riepilogo e rapporto:*

- Visualizzazione del sito con l'impianto installato da massimo 3 diverse prospettive;
- Panoramica del sistema: numero di moduli, numero di inverter, numero di ottimizzatori;
- Risultati della simulazione: potenza CC installata, potenza CA massima ottenuta, produzione annuale di energia, emissioni di CO₂ evitate, alberi equivalenti piantati;
- Areogramma di produzione e consumo;
- Grafico dell'energia mensile stimata;
- Riepilogo informazioni su moduli FV;
- Riepilogo distinta materiali;
- Riepilogo progettazione elettrica;
- Diagramma delle perdite del sistema;

- Parametri di simulazione;
- Fattori di perdita;
- Layout del progetto.

Il riepilogo finale permette di avere un quadro generale compatto tale da poter presentare in modo veloce e intuitivo i risultati ottenuti. In *Figura 3.3* è mostrato un esempio dei dati di riepilogo forniti in forma grafica: aerogramma riferito ai dati di produzione del sistema, aerogramma riferito ai dati di consumo e istogramma riferito all'energia prodotta e consumata su base mensile.



Figura 3.3 - Esempio di grafici forniti nel report finale di una simulazione effettuata tramite SolarEdge Designer

3.2 Solarius-PV

Solaris-PV è un software innovativo per la progettazione tecnica e la simulazione economica di qualsiasi tipo di impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica (grid-connected). Solaris-PV è uno dei tanti software prodotti da ACCA Software, leader italiano dei software per l'edilizia, l'architettura e l'ingegneria [40]. Il software prevede aggiornamenti annuali, le caratteristiche riportate nel seguito fanno riferimento alla versione del 2014.

Tra i vantaggi di questo software si considerano:

- Stima della produzione solare fotovoltaica a partire da dati concreti di irraggiamento solare, disponibili per tantissime località in Italia e all'estero, prelevati dalle principali banche dati climatiche di riferimento UNI, ENEA o PVGIS;
- Progettazione dell'impianto fotovoltaico semplice e veloce;
- Analisi energetica ed economica con risultati forniti sia in forma tabellare sia in forma grafica;
- Valutazione di impatto ambientale dell'impianto attraverso il calcolo delle emissioni inquinanti evitate e delle Tonnellate di Petrolio Equivalente risparmiate.

È necessario ricordare che il software prevede un abbonamento a pagamento per l'utente, tuttavia è previsto un periodo di prova gratuita di 30 giorni.

Solarius-PV non nasce come software da utilizzare per le Comunità Energetiche, tuttavia è di fondamentale importanza nella fase di progettazione dell'impianto da installare. Come per il software mostrato nel paragrafo precedente, anche in questo caso Solarius-PV viene utilizzato per effettuare una simulazione di impianto solare fotovoltaico partendo da un sito, calcolarne la produttività, l'autoconsumo e dunque l'energia che, in una configurazione isolata possa essere venduta alla Rete Elettrica, ma che in configurazione CER possa essere condivisa con i consumatori.

Di seguito si riportano le fasi di lavoro del software, a partire dai dati di input fino ai risultati:

➤ *Località:*

- località selezionata a partire da un elenco a disposizione dell'utente;
- automaticamente vengono inseriti i dati relativi a latitudine, longitudine, altitudine, irradiazione annua [kWh/m²], irradiazione giornaliera media mensile [kWh/m²] in forma tabellare e di istogramma (*Figura 3.4*);

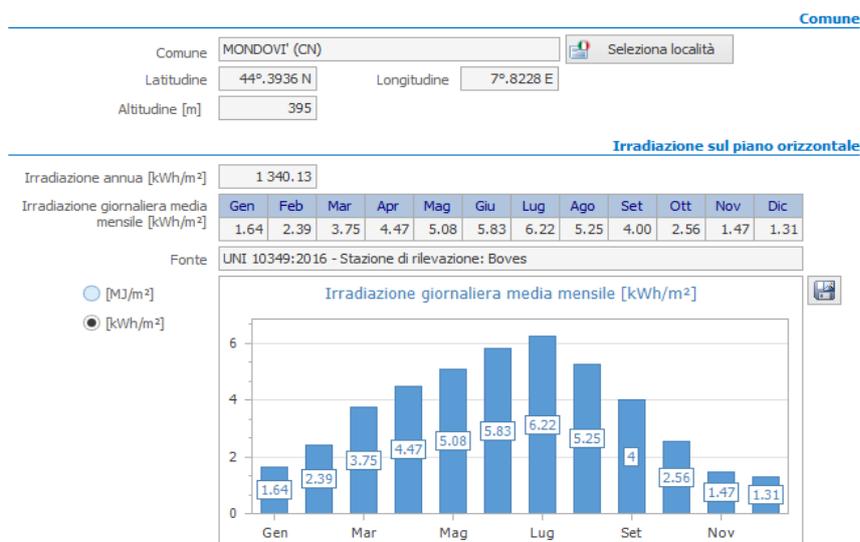


Figura 3.4 - Irradiazione nel comune di Mondovì (CN) simulato con Solarius-PV

La progettazione dell'impianto prevede di inserire un numero di tavole all'interno di ognuna delle quali può essere inserito un numero di generatori determinati dal caso esaminato e dalle scelte del progettista. Per semplicità di seguito si farà riferimento ad una tavola contenente un unico impianto di generazione.

➤ *Tavola: aggiunta generatore:*

- Nome generatore;
- Tipo connessione;
- Progettazione assistita del generatore:
 - Base e altezza dell'area (es. forma rettangolare);
 - Posizionamento dei moduli: complanare o non complanare alle superfici;
 - Azimut e tilt;
 - Scelta della tipologia di modulo a partire da una lista a disposizione dell'utente e numero di moduli a seconda della potenza che si vuole installare;
 - Scelta tipologia di inverter a partire da una lista a disposizione dell'utente;

In base ai dati inseriti è possibile visualizzare la progettazione della tavola con i moduli posizionati sull'area a disposizione, come si può vedere in *Figura 3.5*.

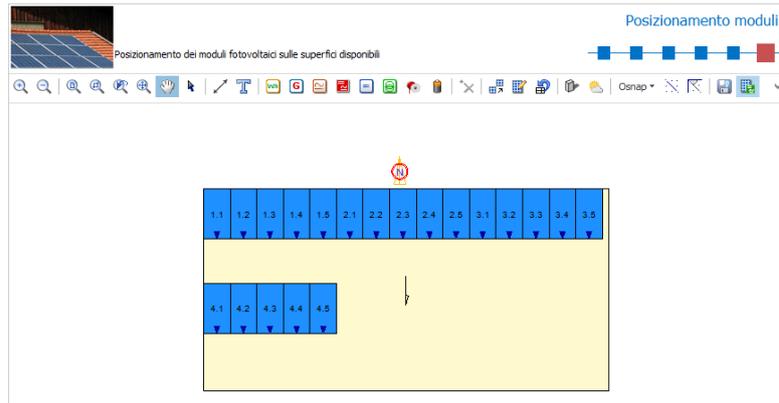


Figura 3.5 - Esempio di progettazione del generatore simulato tramite Solarius-PV

➤ *Analisi economica:*

- Regime contrattuale;
- Dati di vendita energia elettrica immessa nella rete pubblica: valorizzazione energia venduta, prezzi zonali;
- Dati acquisto energia elettrica dalla rete pubblica: potenza impegnata, tariffa acquisto energia.

Le tariffe di vendita e acquisto di energia possono essere modificate in base allo scopo del progettista. Nel caso si voglia effettuare un'analisi preliminare in configurazione CER i prezzi possono essere adattati a questa.

➤ *Computo e stima:*

- Costi realizzazione impianto: per kW, a corpo, complessivi;
- Costi una tantum (es. manutenzione straordinaria, sostituzione inverter);
- Costi periodici (es. manutenzione ordinaria, gestione).

➤ *Consumo:*

- Elenco dei dispositivi;
- Consumi dei dispositivi.

Il software fornisce all'utente la possibilità di inserire un numero di dispositivi a piacere, per ognuno di essi è possibile una caratterizzazione a grado di dettaglio crescente a seconda delle informazioni che si hanno a disposizione. Ad esempio è possibile inserire genericamente i consumi annuali divisi per fascia F1, F2, F3

estrapolati dalla bolletta, fino a consumi orari con esclusione di alcuni giorni o mesi dal calcolo generale.

Questa sezione rende disponibili grafici che mostrano la copertura dei consumi grazie all'impianto simulato, su base oraria, giornaliera, mensile e annuale.

➤ *Regime fiscale:*

- Tipologia di utente;
- Imposte.

Anche in questa sezione è permesso selezionare tra le opzioni fornite dal software o creare un profilo personalizzato in base alle esigenze.

➤ *Redditività:*

- Riepilogo complessivo dei dati economici;
- Risultati energetici, economici e di consumo annuale, fino ad un massimo di 20 anni (vita utile dell'impianto);
- Grafici di: entrate e uscite [€], flusso di cassa cumulato [€], VAN [€], TIR [%], eventuali grafici personalizzati (*Figura 3.6*).

I risultati vengono forniti sia in forma tabellare sia in forma grafica.



Figura 3.6 - Esempio di grafici forniti per un impianto simulato con Solarius-PV

➤ *Emissioni:*

- Dati generali;
- Attenzione per l'ambiente: emissioni evitate in un anno [kg], emissioni evitate in 20 anni [kg];
- Risparmio sul combustibile: TEP risparmiate in un anno, TEP risparmiate in 20 anni.

Il software fornisce infine la possibilità di stampare una relazione tecnica o economica molto dettagliata dell'impianto simulato in cui vengono riassunti tutti i dati di input e i risultati ottenuti.

3.3 Recon ENEA

RECON (*Renewable Energy Community ecONomic simulator* - Strumento per la valutazione economica delle Comunità di Energia Rinnovabile) è un applicativo web realizzato da ENEA e finalizzato a supportare valutazioni preliminari di tipo energetico, economico e finanziario per la nascita di comunità energetiche rinnovabili o di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente in base all'art. 42 bis del DL 162/2019 convertito in Legge n. 8/2020.

Sulla base di un set limitato di input - informazioni sull'edificio-impianto, consumi elettrici ricavati dalla bolletta, caratteristiche dell'impianto di produzione da FER e alcuni parametri economico-finanziari - RECON effettua un'analisi energetica ed economica e calcola i KPI (Key Performance Indicators) di uso comune per la valutazione dell'investimento, considerando diverse forme di finanziamento, le detrazioni fiscali ammissibili e gli incentivi introdotti dalla recente normativa. Nell'attuale release RECON analizza utenze residenziali e considera il fotovoltaico (FV) per la generazione elettrica, la cui produzione è ottenuta interrogando il tool PVGIS del JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea).

Con RECON, ENEA intende supportare gli Enti Locali e gli stakeholder nella definizione di scelte consapevoli e informate volte alla creazione di CER e di

autoconsumatori collettivi e favorire il coinvolgimento dei cittadini nella transizione energetica e la loro partecipazione attiva nel mercato dell'energia in linea con il *Clean Energy Package* dell'Unione Europea [41].

Tra i vantaggi di questo software si considerano:

- RECON è disponibile in italiano e in inglese ed è fruibile gratuitamente previa registrazione;
- Semplicità d'uso: i dati di input sono facilmente reperibili e gli utenti sono guidati nella compilazione;
- Nel caso in cui i consumi elettrici da bolletta non siano disponibili, il simulatore li stima sulla base di algoritmi implementati ad hoc considerando separatamente il contributo del singolo uso finale (forza motrice e illuminazione, riscaldamento, raffrescamento, produzione di ACS).

Il simulatore è stato validato su un esteso dataset di dati quartorari reali di consumo e produzione. RECON è stato sviluppato nell'ambito della Ricerca di Sistema elettrico PTR 2019-21 nel contesto del Progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali" e arricchisce l'offerta di prodotti della piattaforma Smart Energy Community di ENEA.

Di seguito si riportano le fasi di lavoro del software, a partire dai dati di input fino ai risultati:

➤ *Dati generali:*

- Nome scheda;
- Località;
- Configurazione selezionata: autoconsumatore collettivo / comunità energetiche rinnovabili;

➤ *Unità di consumo:*

- Utenza con lo stesso punto di connessione alla rete (POD) dell'impianto a fonte rinnovabile: consumi;

- Cluster di abitazioni: nome cluster, numero di abitazioni nel cluster, dati sull'occupazione, tipologia di usi finali elettrici, quota del singolo uso finale coperta da energia elettrica, caratteristiche abitazione, caratteristiche degli impianti, consumi elettrici.

Il software fornisce la possibilità di includere o meno autoconsumo. Può essere incluso un numero arbitrario di abitazioni aggregate fino a dieci cluster sulla base di analoghe caratteristiche di occupazione, involucro dell'edificio, utenze elettriche e consumi. Uno dei limiti riscontrati per la caratterizzazione dei consumi consiste nel fatto che non è possibile inserire consumatori diversi da quelli residenziali, come le aziende, poiché il numero massimo di occupanti da poter inserire è 6, il valore di consumo massimo ammissibile è 100.000 kWh.

➤ *Impianto di produzione:*

- Impianto fotovoltaico: potenza installata, Tecnologia delle celle fotovoltaiche, Tipologia di installazione dei moduli FV, Inclinazione dei moduli FV, Orientamento dei moduli FV, Perdita % media annuale di rendimento.

➤ *Parametri economici e finanziari:*

- Parametri economici: Investimento unitario iniziale, Costi O&M annuali, Prezzo medio di acquisto dell'energia elettrica, Prezzo medio di vendita dell'energia prodotta dall'impianto FV e immessa in rete;
- Utilizzo delle detrazioni fiscali;
- Parametri finanziari: Tasso di sconto, Inflazione, Periodicità della manutenzione straordinaria, Finanziamento.

➤ *Risultati:*

- Consumo e produzione elettrici annuali (all'anno 1);
- Indicatori energetici e ambientali (all'anno 1);
- Analisi dei costi di investimento;
- Risparmi, ricavi e costi di gestione annuali (all'anno 1);
- Incentivi e restituzione componenti tariffarie annuali (all'anno 1);

- Indicatori finanziari.

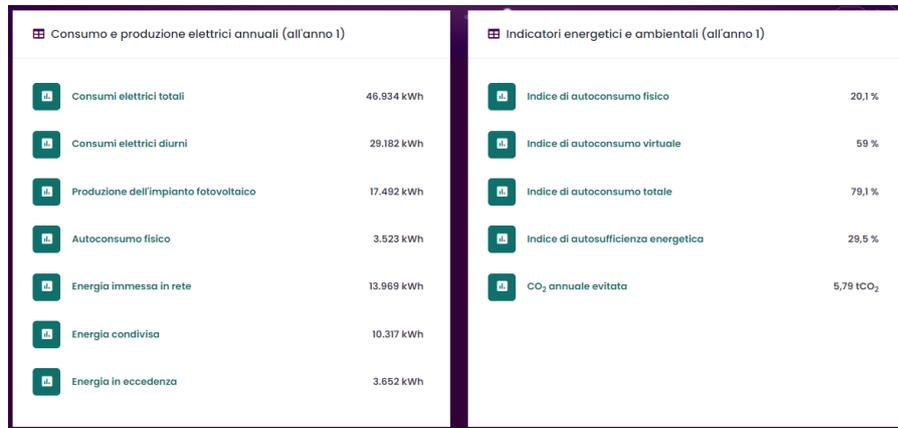


Figura 3.7 - Esempio di report finale fornito da Recon ENEA

I risultati finali sono presentati in un report di semplice e immediata valutazione, a valle del quale sono presenti i grafici dell'analisi energetica mensile e i flussi di cassa attualizzati.

In Figura 3.7 è presentato, a titolo di esempio, un focus della prima sezione dei risultati, in cui si riportano i dati relativi all'anno 1 riguardo a: consumi elettrici totali, consumi elettrici diurni, produzione dell'impianto fotovoltaico, autoconsumo fisico, energia immessa in rete, energia condivisa, energia in eccedenza, indice di autoconsumo fisico, indice di autoconsumo virtuale, indice di autoconsumo totale, indice di autosufficienza energetica, CO₂ annuale evitata.

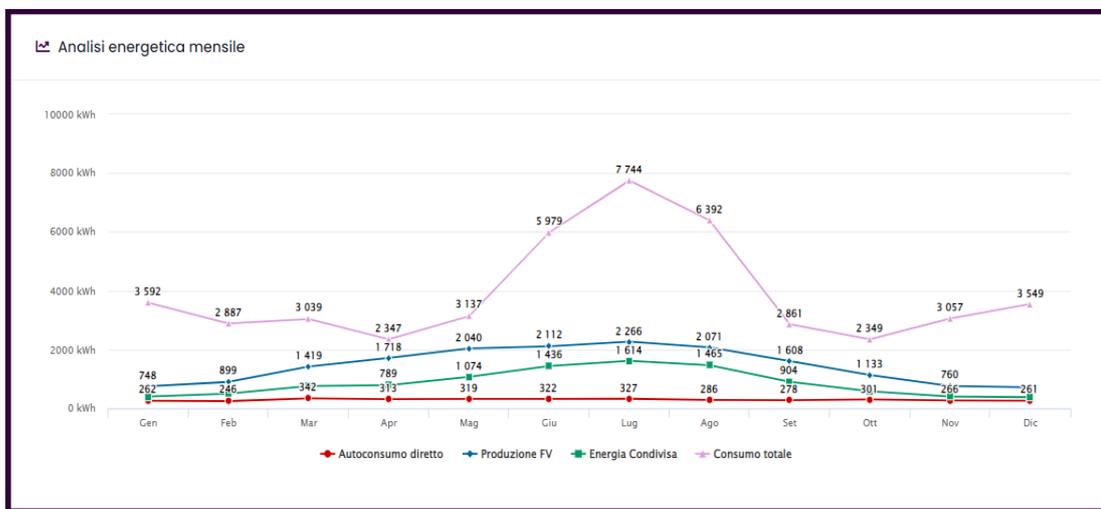


Figura 3.8 - Esempio di grafico fornito da Recon ENEA

In *Figura 3.8* è mostrato il grafico a linee dell'analisi energetica mensile, in cui si evidenzia: l'andamento dell'autoconsumo diretto, la produzione PV, l'energia condivisa nella CER, il consumo totale.

Tra i principali risultati che l'utente può esportare vi sono la resa energetica dell'impianto FV, l'autoconsumo e la condivisione dell'energia, l'autosufficienza energetica, l'impatto ambientale (riduzione delle emissioni di CO₂), i risparmi, ricavi (da vendita e valorizzazione dell'energia, incentivi) e i costi, i flussi di cassa attualizzati e i principali indicatori finanziari (VAN, TIR, payback time).

3.4 Confronto degli strumenti di simulazione

Gli strumenti di simulazione presentati vengono utilizzati in fase di progettazione di una CER, presentando caratteristiche e punti di forza differenti. Tuttavia non mancano le differenze, che vengono evidenziate in *Tabella 3*.

Tabella 3 - Differenze tra gli strumenti di simulazione presentati

	<i>SolarEdge Designer</i>	<i>Solaris-PV</i>	<i>Recon ENEA</i>
<i>Scopo</i>	Simulazione di impianti fotovoltaici.	Simulazione di impianti fotovoltaici.	Strumento di simulazione per valutazione preliminare di tipo economico ed energetico di una CER.
<i>Dati climatici</i>	L'indicazione della località permette di utilizzare i dati climatici resi disponibili dalla	L'indicazione della località permette di utilizzare i dati climatici resi disponibili dalla	Calcolati automaticamente dopo aver inserito la località.

	stazione meteo più vicina.	stazione meteo più vicina. Viene indicata l'irradiazione giornaliera media mensile.	
<i>Progettazione impianti</i>	Grazie al supporto grafico risulta essere immediata. Possibilità di scegliere i modelli dei moduli e degli inverter tra quelli presenti in un database e di definirne il posizionamento e l'orientamento dei moduli.	L'inserimento di un gran numero di specifiche permette di avere un elevato grado di dettaglio. Progettazione grafica solo a livello tecnico.	Inserimento del valore di potenza complessiva dell'impianto, produzione stimata con il tool PVGIS di JRC.
<i>Dati di consumo</i>	Ricavati dalle bollette dei consumatori, divisione in fasce F1, F2, F3.	Ricavati dalle bollette dei consumatori, divisione in fasce F1, F2, F3.	Ricavati dalle bollette dei consumatori, divisione in fasce F1, F2, F3. Limitazione sostanziale sul numero di consumatori, sulla tipologia e sui valori di consumo da poter

			inserire. Se non presenti vengono stimati a partire da un dataset di dati quartorari.
<i>Applicazione alla progettazione CER</i>	Necessità di rielaborare i dati di output in ottica CER.	Necessità di rielaborare i dati di output in ottica CER.	Buona applicazione alla progettazione di una CER. Limitazione dei risultati forniti, relativi in gran parte solo all'anno 1.
<i>Grafica</i>	Supporto di immagini satellitari. Modellazione 3D dell'impianto.	Progettazione dell'impianto poco sviluppata dal punto di vista grafico, concentrazione sui dati tecnici.	Progettazione dell'impianto non sviluppata dal punto di vista grafico.
<i>Analisi finanziaria</i>	Dettagliata: risultati presentati in forma numerica e grafica.	Estremamente dettagliata grazie ai dati di input richiesti. Risultati presentati in forma numerica e grafica.	Poco dettagliata: risultati presentati in forma numerica solo riguardo all'anno 1. Flussi di cassa in forma grafica su 20 anni.

Capitolo 4 - Realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile

La realizzazione pratica di una Comunità Energetica Rinnovabile risulta essere un processo complesso, di cui l'adeguata conoscenza dell'argomento dal punto di vista teorico e delle normative europee e nazionali sono solo il punto di partenza. La complessità della fase realizzativa è il motivo per cui sono in atto numerosi studi che cercano di standardizzarne le fasi essenziali, tali da rendere l'intero processo più agevole e di immediata comprensione per chiunque, privati o amministrazioni pubbliche, voglia inserirsi in questo mondo in continua evoluzione. Probabilmente è da ricercarsi anche in questa complessità la differenza tra il numero di CER presenti nei diversi paesi europei, scenario in cui l'Italia non può al momento vantare numeri molto elevati rispetto ad altri Stati Membri, nonostante sia stata un Paese pioniere riguardo alla ricezione della direttiva europea.

Questo capitolo ha lo scopo di proporre una procedura standardizzata, nata dall'esperienza pratica sviluppata durante il periodo di tirocinio presso GOCER - Gruppo Operativo di Comunità Energetiche Rinnovabili – attraverso il confronto con i diversi attori e le problematiche da essi incontrate durante la fase di creazione di una CER.

Le fasi principali in cui si è soliti suddividere l'intero processo di realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile sono riassunte nella *Tabella 4* e verranno singolarmente analizzate nel dettaglio all'interno di questo capitolo. L'insieme delle fasi costituisce un modello di iter da seguire per chiunque sia interessato alla realizzazione di una CER, il cui punto di partenza deve essere sicuramente la conoscenza delle normative, affiancata da un'analisi dei requisiti necessari e dunque della capacità di capire come operare di conseguenza.

Si precisa che l'analisi seguente farà riferimento esclusivamente ad impianti di produzione da fonti rinnovabili del tipo solare fotovoltaico. La scelta è stata effettuata soltanto per questioni di praticità e di elevata diffusione di queste tecnologie rispetto ad altre. Giuridicamente non ci sono restrizioni di alcun tipo sulla tecnologia da utilizzare, la scelta dipende principalmente dalle risorse del territorio considerato.

Occorre però precisare che una delle problematiche di utilizzo di impianti da fonti rinnovabili diverse dal solare fotovoltaico e che di norma hanno potenze dell'ordine di MW, come un parco eolico o una centrale idroelettrica, risiede nel fatto che questi non sono utilizzabili nelle configurazioni di Comunità Energetiche Rinnovabili i cui produttori e consumatori debbano essere collegati alla stessa cabina MT/BT (cabina secondaria). Si ricorda a tal proposito che il recepimento definitivo della RED II entrato ufficialmente in vigore il giorno 15/12/2021, introduce per i partecipanti alla CER la possibilità di essere sottesi alla medesima cabina primaria di trasformazione (AT/MT), con il superamento dei vincoli sopra citati.

Il modello proposto è stato sviluppato durante l'esperienza di tirocinio presso GOCER nel corso della quale è maturata la coscienza di avere una roadmap dinamica cui l'esperienza dia costantemente il contributo per l'evoluzione della stessa.

Tabella 4 - Fasi da seguire per la realizzazione di una CER

FASE	COSA COMPRENDE	ATTIVITÀ	SPECIFICHE
1	Studio di fattibilità	Fase preliminare	Analisi di eventuali vincoli (dimensionali, territoriali)
			Impianti esistenti
			Valutazione profili di produzione degli impianti esistenti
			Valutazioni profili di consumo
			Identificazione superfici idonee per nuovi impianti
		Nuovi impianti	
		Simulazioni	Simulazione tecnico-economica delle possibili configurazioni
		Assesto giuridico	Formazione di possibili organizzazioni
2	Fase operativa	Valutazione per l'accesso / opportunità di finanziamento	
		Analisi ambientale, sociale ed economica	3E analysis
		Connessione con i vari enti	Svolgere le pratiche di connessione
		Progettazione impianti di produzione	Valutazione di potenza e posizione adeguate
3	Aggregazione	Realizzazione impianti di produzione	
		Produzione dei nuovi impianti	Analisi dei profili di produzione reale
		Aggregazione Produttori/Consumatori	Scelta della forma giuridica adeguata alla configurazione
4	Convenzione	Contratti	Stesura del regolamento contrattuale per la regolazione dei rapporti tra i membri
		Statuto e regolamento	Statuto e/o Atto Costitutivo della Comunità Regolamento d'esercizio
4	Convenzione	Iscrizione al portale GSE	Ottenere la convenzione per l'erogazione degli incentivi GSE
5	Gestione	Monitoraggio delle prestazioni degli impianti	
		Manutenzione	Manutenzione degli impianti di produzione
		Gestione economica	Gestione dei contributi GSE per i membri della CER
		Divulgazione	Effettuare attività di divulgazione e comunicazione

4.1 Studio di fattibilità

Come ogni processo complesso la fase iniziale cerca di creare una panoramica del sito in oggetto prima di apportarvi modifiche. La prima fase per la realizzazione di una CER risulta infatti essere lo studio di fattibilità, che ha lo scopo di identificare lo stato di partenza del sito interessato e sulla base di questo proporre possibili modifiche come l'aggiunta di nuovi impianti che possano diventare la centrale di produzione da fonti di energia rinnovabile per la CER.

Nel caso in cui sia il Comune a decidere di intraprendere un progetto di Comunità Energetica Rinnovabile sul proprio territorio, può in fase preliminare decidere di lavorare "in solitaria", cioè disponendo e adoperando le competenze degli uffici tecnici dell'amministrativo, oppure affidarsi a specialisti del settore, con competenze tecniche sicuramente più qualificate. Qualora si scelga la seconda strada, non è da escludere l'eventualità di aprire un bando pubblico per l'aggiudicazione dei lavori. Restando in tema di Pubblica Amministrazione, è chiaro che un ente di ricerca e formazione, quale è l'Università pubblica, può fornire, in questa fase, grande supporto in virtù delle competenze tecnico-scientifiche di cui è in possesso e grazie anche alla forte attività che svolge sul territorio: pertanto, un'idea per lo sviluppo sempre più capillare e soprattutto per l'applicazione di una strategia operativa sana ed efficace, può essere quella di coinvolgere gli Atenei nella triade di attori (Comune – Investitori – Territorio), facendo diventare l'Università il vero garante della comunicazione tra i soggetti nonché motore dello sviluppo e della riuscita del progetto.

La prima fase è a sua volta suddivisa in sottofasi che cercano di toccare tutti gli aspetti interessati.

4.1.1 Fase preliminare

Primissima fase necessaria a conoscere quale sia lo scenario da cui partire per una CER in un Comune, una Valle, una Comunità. La conoscenza di quanto un territorio abbia da offrire in termini di risorse o di infrastrutture e dunque di impianti già esistenti, risulta essere significativo per capire dove e in che modo intervenire apportando

modifiche e soprattutto cosa di quanto è già esistente possa essere sfruttato massimizzandone la vita utile.

La fase preliminare nel dettaglio prevede:

➤ **Analisi di eventuali vincoli (dimensionali, territoriali);**

Si fa riferimento ad informazioni sulle posizioni delle cabine primarie o secondarie (a seconda della configurazione della CER che si voglia realizzare), di conseguenza all'individuazione del bacino di utenti collegati ad esse che la direttiva prevede possano essere inclusi in una stessa Comunità Energetica Rinnovabile. Le informazioni necessarie devono anche riguardare i vincoli di tipo paesaggistico che possano limitare l'installazione di impianti in una porzione del territorio in oggetto o su alcuni edifici eventualmente disciplinati da speciali restrizioni. Il riferimento è inoltre a problematiche di tipo ambientale: un'accurata conoscenza dell'asesto idrogeologico del territorio permette senza dubbio di evitare problemi a posteriori.

➤ **Impianti esistenti;**

Gli impianti esistenti devono essere identificati ed è importante avere a proposito di questi la maggiore quantità di informazioni possibili. In particolare è necessario conoscere la data di entrata in esercizio dell'impianto, tale da poterne valutare il rispetto delle date stabilite dalla normativa per l'ingresso nella CER. Sono poi necessarie le informazioni tecniche circa l'edificio su cui l'impianto è installato (pubblico o privato) e la cabina cui è connesso, oltre a conoscere la potenza dell'impianto stesso.

Si ricorda che in base all'articolo 42-bis del DL n. 162 del 30 Dicembre 2019 (cosiddetto "Decreto Milleproroghe"), convertito nella Legge n.8 del 28 Febbraio 2020 gli impianti al servizio delle configurazioni definite devono essere alimentati da fonti rinnovabili, avere potenza complessiva massima di 200 kW ed essere entrati in esercizio dopo la data di entrata in vigore della legge di conversione del DL n. 162/2019 (ovvero 1 marzo 2020) ed entro i sessanta giorni successivi alla data di entrata in vigore del provvedimento di recepimento della direttiva europea.

Invece in base al recepimento definitivo della RED II, avvenuto con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del Dlgs n. 199 dell'8 novembre 2021 entrato ufficialmente in vigore il giorno 15/12/2021 è previsto un ampliamento degli impianti a fonti rinnovabili fino a una potenza non superiore a 1 MW che entrano in esercizio in data successiva a quella di entrata in vigore del decreto, con la possibilità di includere fino al 30% di impianti esistenti.

➤ Valutazione dei profili di produzione degli impianti esistenti;

Per conoscere la produzione degli impianti esistenti sono necessari informazioni sull'esposizione, l'azimut e il tilt dei moduli installati, oltre all'eventuale presenza di un sistema di accumulo. Per avere informazioni dettagliate è utile scaricare i dati di produzione dal distributore.

➤ Valutazioni profili di consumo;

L'analisi dei consumi in fase preliminare è senza dubbio approssimativa a seconda dei consumatori che si suppone possano entrare nella CER nel rispetto dei vincoli di collegamento alla stessa cabina primaria o secondaria a seconda dei casi. Noti che siano i consumatori i dati di consumo sono facilmente ricavabili dalle bollette, considerando un periodo annuale e una divisione in fasce di consumo F1, F2, F3. Sarebbe opportuno avere dati orari o quattorari dei consumatori ad esempio facendo riferimento al POD tramite cui è possibile scaricare i dati dal distributore. I dati più accurati sono senza dubbio riguardo all'autoconsumo dell'edificio su cui è ubicato l'impianto.

➤ Identificazione superfici idonee per nuovi impianti;

Dopo aver valutato gli eventuali impianti esistenti, il passaggio successivo prevede l'identificazione delle superfici disponibili per nuovi impianti, che siano di edifici pubblici o privati, situati nel sito d'interesse. Di norma si procede inizialmente con una valutazione degli edifici pubblici presenti sul territorio che potrebbero essere idonei per l'installazione di nuovi impianti. Su ognuna delle strutture identificate si procede

dunque ad effettuare delle simulazioni per quantificare la potenza installabile. Tra gli strumenti utilizzabili sono da annoverare i software e le piattaforme web descritte nel Capitolo 3: SolarEdge Designer e Solarius-PV. Per ottenere un'analisi più precisa riguardo ai dati di consumo degli edifici presi in esame sarebbe ottimale chiedere al Comune di riferimento di fornire i predetti dati. Questi sono necessari a valutare, in ottica di Comunità Energetica, l'energia prodotta, autoconsumata e dunque condivisa, su cui vengono calcolati gli incentivi.

I comuni devono procedere poi con la raccolta delle manifestazioni d'interesse che permettono di raccogliere le intenzioni dei privati cittadini ad entrare nel progetto CER nella figura di prosumer o consumer. Coloro i quali hanno a disposizione un impianto fotovoltaico entrato in esercizio dopo il 1° marzo 2020 (caso di allaccio alla cabina secondaria) oppure vogliono procedere con l'installazione di un impianto fotovoltaico la cui energia, al netto dell'autoconsumo, sarà condivisa con i partecipanti alla CER, metteranno a disposizione i dati dei consumi e delle superfici disponibili tali da permettere la realizzazione di una simulazione come quella descritta sopra per gli edifici pubblici.

➤ Nuovi impianti;

Si effettua dunque, alla luce delle informazioni raccolte, una simulazione complessiva di tutti i nuovi impianti, posti sia su edifici pubblici sia privati.

4.1.2 Simulazioni

La fase di simulazione prevede l'utilizzo dei software descritti nel Capitolo 3. Lo scopo di questa fase è simulare un impianto fotovoltaico, stabilirne la potenza indicativamente installabile a seconda della superficie a disposizione ed effettuare alla fine un'analisi tecnico-economica della possibile configurazione.

I software utilizzati sono SolarEdge Designer e Solarius-PV.

SolarEdge Designer viene utilizzato per effettuare la simulazione della realizzazione di un impianto fotovoltaico, permette dunque di stimare la potenza installabile

sull'area a disposizione utilizzando moduli che si trovano sul mercato, calcolarne la produttività, e noti i dati di consumo è possibile valutare l'energia che, in una configurazione isolata possa essere venduta alla Rete Elettrica, ma che in configurazione CER possa essere condivisa.

Solarius-PV permette di calcolare la produttività di un impianto utilizzando dati di estrema precisione sull'irraggiamento delle zone presenti nel database, nota che sia la superficie a disposizione e dunque la potenza installata, così da valutare l'autoconsumo e di conseguenza l'energia che in configurazione CER possa essere condivisa con i consumatori.

I dati di produzione possono essere utilizzati per effettuare un'analisi di post-processing dal punto di vista economico, in particolare per valutare il costo d'investimento, i risparmi in bolletta e il periodo di ritorno dell'investimento fatto, dunque la sua fattibilità nel concreto. Per gli edifici pubblici si è spesso limitati economicamente dal rispetto di budget fissati all'interno di bandi cui i Comuni prendono parte. Anche i prezzi di listino dei moduli subiscono una variazione a seconda di un investimento pubblico o privato. Il non adempimento dei vincoli economici presupporrebbe l'esclusione, motivo per cui è necessario ridurre o aumentare le potenze previste per gli impianti da realizzare.

Tra gli scopi della realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile rientra anche lo scopo sociale, cui è necessario dare l'adeguata importanza già nella fase preliminare. La rispondenza ad una problematica sociale potrebbe ad esempio essere annoverata nel caso in cui fosse in previsione l'installazione di nuovi impianti da fonti rinnovabili su superfici a disposizione di associazioni senza scopo di lucro, cui si andrebbe a soddisfare l'autoconsumo con il vantaggio di un significativo risparmio in bolletta. Un'altra possibilità sarebbe l'inserimento tra i consumatori di famiglie con problemi di povertà energetica, ossia che non possono sostenere le spese dei servizi energetici primari come riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, spostamento e corrente. Per fare in modo che questo risulti possibile è necessario l'intervento dell'amministrazione comunale che possa indicare i nuclei familiari con queste problematiche a cui dover fornire le informazioni necessarie sull'argomento, cui altrimenti rimarrebbero estranei. Il primo esempio di Comunità Energetica

Rinnovabile Solidale è stato realizzato a Napoli, nel quartiere di San Giovanni a Teduccio, come riportato nel paragrafo 2.5.2.

4.1.3 Assesto giuridico

Come indicato nei capitoli precedenti, la normativa vigente prevede che la comunità energetica sia un soggetto giuridico che rispetta i principi stabiliti dalle Direttive. A livello nazionale non è stata indicata una forma giuridica specifica, ma alcuni studi hanno individuato le soluzioni più plausibili. Ad esempio, nel “Manuale Operativo Autoconsumo collettivo e comunità dell’energia” redatto da Gruppo Professione Energia, vengono indicate le seguenti opzioni [42]:

- *Cooperativa*: sulla base dell’art. 2551 del codice civile le cooperative sono società dedite alla produzione di beni o servizi dove lo scopo comune non è il profitto, ma quello mutualistico che consiste nel vantaggio che i soci conseguono grazie allo svolgimento della propria attività, invece che con terzi, direttamente con la società.
- *Associazione* (riconosciuta o non riconosciuta) o *fondazione* (di regola, di partecipazione): l’associazione è un ente caratterizzato dall’organizzazione di più persone al fine di perseguire uno scopo comune non di lucro (es.: sportivo, culturale, politico); può essere dotata di personalità giuridica (associazione riconosciuta) oppure no (associazione non riconosciuta). Le fondazioni invece sono un complesso organizzato di beni destinati da uno o più soggetti (cd. fondatori) per la realizzazione di uno scopo generalmente altruistico (ad esempio uno scopo assistenziale o culturale).
- *Impresa sociale*: è una qualifica giuridica che può essere acquisita da enti privati e società che esercitano in via stabile e principale una o più attività d’impresa di interesse generale per il perseguimento di finalità civiche, solidaristiche e di utilità sociale, ed è regolamentata dal decreto legislativo 112/2017.
- *Società benefit*: perseguono volontariamente, nell’esercizio dell’attività d’impresa, oltre allo scopo di lucro anche una o più finalità di beneficio comune. Per beneficio comune si intende il perseguimento di uno o più effetti

positivi (perseguibili anche riducendo gli effetti negativi) su persone, comunità, territori e ambiente, beni ed attività culturali e sociali, enti e associazioni ed altri portatori di interessi. Le Società Benefit perseguono tali finalità di beneficio comune in modo responsabile, sostenibile e trasparente e la loro gestione richiede ai manager il bilanciamento tra l'interesse dei soci e l'interesse della collettività.

La scelta è spesso guidata dalla necessità di trovare una forma semplice e snella, dal momento che una struttura troppo complessa potrebbe suscitare dubbi nei potenziali associati e costituire quindi una barriera alla formazione della Comunità. I casi esaminati durante il periodo di tirocinio hanno previsto l'analisi di Comunità Energetiche Rinnovabili costituite come Associazioni non riconosciute, opzione caratterizzata da costi contenuti e formalità ridotte, motivo per cui si farà in seguito riferimento prettamente a questo assetto giuridico, per cui chiunque abbia aderito alla CER sarà denominato anche "associato".

4.1.4 Valutazione per l'accesso e opportunità di finanziamento

L'aspetto economico della realizzazione di una CER dovrebbe essere definito già durante la fase preliminare. Le opportunità di finanziamento possono provenire da diversi percorsi e spesso è proprio l'opportunità di ricevere dei fondi che incuriosisce un Comune e lo porta ad effettuare uno studio di fattibilità per valutare la realizzazione di una CER sul proprio territorio.

Il progetto di realizzazione di una CER può dunque essere finanziato, in diversi modi, tra cui:

- fondi a disposizione del Comune e che vengono investiti in un progetto CER;
- partecipazione ad un bando di finanziamento regionale;
- partecipazione ad un bando di finanziamento di una Fondazione esterna;
- Partecipazione al bando Green Community;
- Utilizzo di fondi finanziati dal PNRR (nei prossimi mesi si dovrebbero avere maggiori informazioni a riguardo);

- Incentivi per il fotovoltaico di cui un privato cittadino può usufruire per la realizzazione dell'impianto;
- Autofinanziamento dei partecipanti della CER che vedranno poi ripagarsi nel tempo con gli incentivi.

Le modalità sono tante e dipendono da quello che nel tempo viene messo a disposizione, ad esempio dall'Unione Europea, dallo Stato o dalla Regione.

Nel "Manuale Operativo Autoconsumo collettivo e comunità dell'energia" redatto da Gruppo Professione Energia, si identificano due configurazioni generalmente possibili circa il ruolo di un partecipante della CER rispetto agli investimenti:

- **ASSETTO BASE** in cui il partecipante non effettua investimenti, ma partecipando alla collettività ed eventualmente mettendo a disposizione i propri spazi (ad esempio la copertura o altro spazio limitrofo) consente alla comunità di sviluppare margini mediante lo sviluppo di produzione FER;
- **ASSETTO ATTIVO** in cui il partecipante partecipa agli investimenti ottenendo una remunerazione sull'investimento (secondo una logica di gestione del patrimonio mobiliare/risparmio) oltre che tutti i vantaggi che derivano dall'appartenere alla comunità dell'energia.

4.1.5 Analisi ambientale, sociale ed economica

Come indicato nei capitoli precedenti, il concetto di Comunità Energetica Rinnovabile nasce per perseguire contemporaneamente più scopi. Primo tra tutti quello energetico-ambientale, in uno scenario di transizione energetica necessaria come quello odierno, la necessità di produzione di energia da fonti di energia rinnovabili, come quella solare considerata principalmente in questo elaborato, permettono di ottenere un beneficio in termini di emissioni inquinanti evitate e di TEP (tonnellate di petrolio equivalente) risparmiate su base annuale. I software utilizzati in fase di simulazione degli impianti permettono di effettuare analisi di impatto ambientale tali da quantificare questi benefici, noti che siano i dati di produzione e di consumo.

Il perseguimento dello scopo sociale di una Comunità Energetica Rinnovabile, trova applicazione nella lotta alla povertà energetica che avviene attraverso l'inserimento di

famiglie in questa situazione nella configurazione di CER o con il coinvolgimento di associazioni attive nell'aiuto delle stesse.

Dal punto di vista economico, si ricorda quanto spiegato nel Capitolo 2, ovvero che il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) ha emanato il 16 settembre 2020 il decreto che individua la tariffa incentivante per le configurazioni di comunità energetiche rinnovabili. Il decreto stabilisce che la tariffa incentivante erogata dal GSE si applica per 20 anni all'energia condivisa all'interno della CER, ed è pari a 110 €/MWh. A questo si aggiunge la remunerazione per l'energia immessa dai produttori che può essere ritirata dal GSE attraverso una convenzione di Ritiro Dedicato oppure essere ceduta al mercato libero; il valore indicativo inizialmente era di circa 50 €/MWh, ma attualmente ha un valore molto diverso a causa della crisi energetica mondiale (soggetto a modifiche a seconda del PUN). Inoltre è prevista la restituzione di parte degli oneri di sistema valutati da ARERA con controvalore di 9 €/MWh sull'energia condivisa.

Riassumendo sull'energia immessa e condivisa la tariffa incentivante GSE fissa per 20 anni:

- 110 €/MWh per comunità energetica;
- restituzioni costi di sistema derivanti da condivisione, individuati da ARERA: 9 €/MWh.

Su tutta l'energia immessa ritiro dedicato G.S.E. o vendita a mercato:

- circa 50 €/MWh (importo indicativo in quanto variabile).

La ripartizione degli incentivi remunerati avviene secondo quanto stabilito durante la costituzione di una CER, con accordo di tutti i membri nel Regolamento d'esercizio. Si riporta a titolo esemplificativo che attualmente in Italia esistono casi in cui questi vengono suddivisi tra i partecipanti e altri, in cui il Comune è membro della CER, in cui vengono utilizzati per realizzare iniziative di scopo comune.

Si ricorda che, sulla base della normativa vigente, l'accesso ai benefici stabiliti per le forme di autoconsumo collettivo e di comunità energetiche rinnovabili non sono compatibili con il regime di scambio sul posto.

Di seguito si riportano in *Tabella 5* tutte le sottofasi sopradescritte della fase Studio di fattibilità, con specifiche e informazioni utili.

Tabella 5 - Sottofasi studio di fattibilità

FASE	COSA COMPRENDE	ATTIVITÀ	SPECIFICHE	INFORMAZIONI UTILI
1	Studio di fattibilità	Fase preliminare	Analisi di eventuali vincoli (dimensionali, territoriali)	<ul style="list-style-type: none"> • Posizione delle cabine • Individuazione degli utenti collegati ad una stessa cabina • Limitazioni sul territorio di tipo paesaggistico
			Impianti esistenti	<ul style="list-style-type: none"> • Data di entrata in esercizio degli impianti • Potenza degli impianti • Posizione • Cabina a cui sono collegati
			Valutazione profili di produzione degli impianti esistenti	<ul style="list-style-type: none"> • Esposizione
			Valutazioni profili di consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Bollette di consumo
			Identificazione superfici idonee per nuovi impianti (pubblici/privati)	<ul style="list-style-type: none"> • Individuazioni strutture pubbliche idonee per nuovi impianti • Valutazioni della potenza installabile • Valutazione dei consumi della struttura • Manifestazione d'interesse da parte di privati cittadini per la realizzazione di nuovi impianti • Individuazione superfici private idonee per nuovi impianti
		Nuovi impianti	<ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione nuovi impianti • Entrata in esercizio • Gestione nuovi impianti 	
		Simulazioni	Simulazione tecnico-economica delle possibili configurazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione del ritorno economico dell'impianto • Valutazione dell'impatto sociale
		Assesto giuridico	Formazione di possibili organizzazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Costituzione di organizzazioni con la finalità di entrare a far parte della C.E.R.
1	Studio di fattibilità	Valutazione per l'accesso / opportunità di finanziamento		<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione incentivi • Finanziamento pubblico o privato
		Analisi ambientale, sociale ed economica		<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione dei benefici economici per il comune e per i soci della C.E.R. • Valutazioni dei benefici ambientali per il territorio • Individuazione di soggetti in povertà energetica • Inserimento di questi soggetti all'interno del progetto C.E.R.
2	Divulgazione	Divulgazione	Effettuare attività di divulgazione e comunicazione	<ul style="list-style-type: none"> • Organizzazione di iniziative per la promozione di nuove C.E.R. • Partecipazione a vari convegni per la realizzazione sul territorio di nuove C.E.R.

4.2 Fase operativa

Ultimato lo studio di fattibilità che permette di avere un quadro completo delle condizioni di partenza del territorio oggetto di studio, si procede con la fase operativa, che prevede di mettere in atto quanto simulato precedentemente. Come già anticipato, i lavori proseguono su due filoni: vi è l'aspetto tecnico, il cui obiettivo è la definizione dei parametri impiantistici e operativi, e l'aspetto giuridico, il cui fine è la creazione del soggetto giuridico e la formalizzazione dei ruoli e dei rapporti tra gli associati.

4.2.1 Connessione con i vari enti

Le pratiche di connessione con i vari enti possono risultare non immediate, motivo per cui è necessario che queste richieste vengano effettuate con netto anticipo. Questa fase è contestuale alle successive, non antecedente come potrebbe far pensare la posizione in cui è posta solo per comodità.

4.2.2 Progettazione impianti di produzione

Si considerano le risorse del territorio per valutare le fonti di energia rinnovabili da utilizzare. In seguito, come già specificato, si farà riferimento unicamente ad impianti di produzione da solare fotovoltaico, il che non esclude in alcun modo l'utilizzo di ulteriori fonti e tecnologie a seconda del contesto.

I dati raccolti durante la fase preliminare circa le superfici effettivamente utilizzabili per l'installazione di impianti fotovoltaici, sono la base di partenza per la progettazione degli stessi. In questa fase non si parla più di simulazione, ma di un'attenta progettazione che, partendo dalla potenza stimata su ognuna delle superfici, preveda la scelta e il numero dei moduli da installare, la connessione degli stessi, la scelta degli inverter, di un eventuale sistema d'accumulo ed infine la stesura di una relazione economica.

4.2.3 Realizzazione impianti di produzione

La fase di realizzazione di un impianto di produzione comprende la messa in opera di quanto stabilito in fase di progettazione. In questa fase è di fondamentale importanza la collaborazione con capacità locali, in modo da perseguire anche l'obiettivo della ricaduta occupazionale sui territori interessati. La realizzazione di un impianto fotovoltaico prevede l'impiego di personale specializzato nel settore. Si termina con la connessione e dunque la messa in esercizio.

Si precisa inoltre che possono rientrare tra gli impianti di nuova realizzazione anche i potenziamenti di impianti esistenti, limitatamente alla sezione aggiunta, purché la sua produzione venga misurata separatamente. In base all'articolo 42-bis del DL n. 162

del 30 dicembre 2019 (cosiddetto “Decreto Milleproroghe”), convertito nella Legge n.8 del 28 febbraio 2020, gli impianti alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di energia in una CER debbano avere potenza complessiva non superiore ai 200 kW, nel caso di connessione alla cabina secondaria, con la possibilità di considerare anche gli impianti esistenti entrati in esercizio dopo il 1° marzo 2020. In base al recepimento definitivo della RED II, avvenuto con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del Dlgs n. 199 dell’8 novembre 2021 entrato ufficialmente in vigore il giorno 15/12/2021 è previsto un ampliamento degli impianti a fonti rinnovabili fino a una potenza non superiore a 1 MW, nel caso di connessione alla cabina primaria, di cui gli impianti esistenti possono costituire al massimo il 30%.

4.2.4 Produzione dei nuovi impianti

Dopo la messa in esercizio di un nuovo impianto è necessaria una fase di analisi a posteriori dei profili di produzione reale, così da effettuare un confronto con i profili di produzione attesa in fase di simulazione. La gestione dei profili di produzione si concentra in particolare nei primi anni, in cui il tasso di diminuzione della produzione per l’invecchiamento dell’impianto è più contenuto, ma può essere esteso anche per tutta la vita utile.

4.3 Aggregazione

La fase di aggregazione rappresenta la nascita vera e propria della Comunità Energetica, in quanto include le sottofasi necessarie a costituire un legame associativo tra i partecipanti allo stesso progetto, nell’interesse di voler perseguire degli interessi comuni.

4.3.1 Aggregazione produttori/consumatori

I partecipanti ad una Comunità Energetica possono essere di diversa tipologia. Secondo la delibera 318/2020/R/eel la comunità di energia rinnovabile è un soggetto giuridico che si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, i cui azionisti o membri

sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, a condizione che, per le imprese private, la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non costituisca l'attività commerciale e/o industriale principale.

4.3.2 Contratti

La fase di stesura del rapporto contrattuale prevede la definizione dei rapporti tra i membri, tali da avere una regolazione degli stessi, un accordo sulla divisione delle spese di manutenzione e gestione degli impianti della CER, e un accordo sulla divisione degli incentivi remunerati da GSE calcolati sull'energia condivisa. In fase di costituzione della CER vengono infatti redatti l'Atto Costitutivo, lo Statuto e il Regolamento d'esercizio in cui viene precisato quando detto e che verranno approfonditi nel paragrafo 4.3.3.

Circa il contratto con il gestore dell'energia elettrica i membri della CER non hanno nessun vincolo, così come precisato nelle "Regole tecniche per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa" pubblicate dal GSE il 22 dicembre 2020, in cui si riporta che sono mantenuti i diritti di cliente finale, compreso quello di scegliere il proprio venditore.

4.3.3 Statuto e regolamento

La nascita di una CER viene sancita giuridicamente attraverso alcuni documenti: Statuto e Atto costitutivo della Comunità, Regolamento d'esercizio.

L'Atto Costitutivo e lo Statuto sono due documenti che certificano l'esistenza del rapporto associativo e ne regolano il funzionamento in tutti i suoi aspetti; rappresentano un vero e proprio contratto tra i soci, con il quale gli stessi si impegnano a fornire il proprio contributo personale per raggiungere uno scopo comune, dato dall'oggetto statutario.

In particolare lo Statuto è un atto che regola la nascita della Comunità Energetica, è suddiviso in sezioni ognuna riguardante un aspetto che comprende gli articoli di

riferimento. La prima sezione “Denominazione, sede e scopo” include il nome della CER, seguita dall’indirizzo in cui la stessa ha sede. Viene poi precisato l’obiettivo dell’Associazione, ovvero “fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi membri e alle aree locali in cui opera la comunità”. Lo Statuto riporta integralmente i requisiti indicati nel documento “GSE – Gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e comunità di energia rinnovabile – Regole tecniche per l’accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell’energia elettrica condivisa”. Si precisa inoltre che la partecipazione è aperta e volontaria e non può costituire l’attività commerciale e industriale principale degli associati. Si elencano infine le attività che l’Associazione potrà svolgere sia direttamente sia mediante terzi, come lo stimolo allo sviluppo di modelli di governance di generazione distribuita, supporto ad attività di ricerca o alla pianificazione territoriale per l’energia, nonché promozione delle attività dell’Associazione, attraverso la gestione di eventi di pubblica diffusione dei risultati, e altro. La seconda sezione “Patrimonio ed esercizi sociali” riporta l’elenco dei patrimoni dell’Associazione e la data di chiusura dell’esercizio sociale di ogni anno. La sezione “Soci membri” riporta i requisiti che ogni membro dell’Associazione deve possedere, distinguendoli in: fondatori, ordinari e onorari, ognuno dei quali con diritti e doveri, come ad esempio pagare una quota associativa, dovere da cui sono esclusi i membri onorari. “Organi e amministrazione” è la sezione in cui si precisano gli organi della CER: Assemblea degli associati, Presidente, Consiglio Direttivo, Comitato tecnico-scientifico, con la spiegazione dei ruoli di ognuno di essi. Infine la sezione “Scioglimento” stabilisce le modalità con cui l’Associazione può essere sciolta, mentre in “Norme generali” si precisa di rimandare alle leggi e ai regolamenti vigenti, nonché ai principi dell’ordinamento giuridico per tutto quanto non specificatamente previsto nello Statuto.

L’Atto Costitutivo è una scrittura privata, con valenza ad ogni effetto di legge, tra coloro che lo sottoscrivono e chiunque voglia aderirvi in seguito, con cui si costituisce un assesto giuridico per la CER. Di seguito si farà riferimento alla forma “Associazione non riconosciuta”, nonostante siano possibili altre configurazioni giuridiche, come precisato nel paragrafo 4.1.3, in quanto è risultata quella più utilizzata per motivi di semplicità e costi ridotti. Le associazioni non riconosciute non richiedono

il riconoscimento da parte dello Stato e, pertanto, non è necessaria alcuna specifica formalità per la loro creazione: ciò significa che non c'è bisogno di un atto notarile per certificare la nascita del rapporto associativo. Questa possibilità, apparentemente banale, assume invece rilevanza poiché rappresenta una enorme semplificazione burocratica nelle operazioni di fiscalizzazione del soggetto giuridico, oltre a rappresentare un risparmio economico per la comunità in termini di costi evitati per il pagamento delle prestazioni di un notaio. Nell'Atto Costitutivo si riportano tutte le generalità dei membri della stessa, i quali sottoscrivono di voler costituire un'Associazione con riportata denominazione, la cui organizzazione e il funzionamento è disciplinata dallo Statuto. Si riportano nuovamente gli scopi dell'Associazione, le attività che può svolgere, i requisiti che i soci devono possedere, gli Organi che la disciplinano indicando i nomi di coloro che ricoprono questi ruoli.

Lo Statuto, allegato all'Atto Costitutivo, funge da contratto di diritto privato per regolare i rapporti tra i membri dell'associazione. Sia l'Atto Costitutivo che lo Statuto devono essere sottoscritti, necessariamente, da tutti i soci. Oltre questi due documenti, che rappresentano dei requisiti obbligatori per la registrazione presso l'Agenzia delle Entrate, è usuale la redazione di un nuovo documento intermedio sottoforma di Regolamento operativo, il cui obiettivo è quello di definire l'insieme delle regole che governano l'associazione: questo documento ha un aspetto molto più dinamico dei due sopracitati, e consente un maggiore grado di libertà nei rapporti tra gli associati e nella descrizione delle operazioni che sono inquadrare nell'ambito dello Statuto. La stesura del Regolamento, facoltativa, è quindi finalizzata ad avere un documento più facilmente modificabile e consultabile dagli associati senza dover ricorrere alle formalità e agli strumenti amministrativi (ad esempio, la convocazione dell'assemblea dei soci) che caratterizzano l'Atto Costitutivo e lo Statuto.

Il Regolamento d'esercizio è invece un documento tecnico sottoscritto dal legale rappresentante in cui si dichiara la connessione degli impianti di produzione di energia elettrica alla rete elettrica del gestore, indicando la sede di ubicazione dei medesimi impianti, il codice POD punto di connessione alla rete e la tensione nominale nel punto di consegna. In seguito sono riportate a norma di legge tutte le informazioni tecniche necessarie: obbligazioni di carattere generale; condizioni di esercizio del collegamento

in parallelo fra rete del gestore ed impianto dell'utente attivo; sicurezza e disposizioni operative; manutenzione, adeguamento impiantistico, verifiche e disservizi; misura dell'energia; disposizioni operative; decorrenza e durata del regolamento; allegati necessari.

4.4 Convenzione

Gli incentivi economici in favore di una Comunità Energetica Rinnovabile, calcolati dal GSE sull'energia condivisa tra i membri della stessa secondo quanto stabilito dalle "Regole tecniche per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa", possono essere erogati in seguito alla richiesta della CER, nella persona del referente, che avviene attraverso un apposito portale dedicato del GSE.

4.4.1 Iscrizione al portale GSE

La procedura di iscrizione al portale GSE per una Comunità Energetica Rinnovabile prevede l'inserimento di tutti i dati necessari riguardo al soggetto giuridico, agli impianti di produzione e ai consumatori. Di seguito verranno riportate nel dettaglio tutte le informazioni da inserire sul portale, ed in ultimo i documenti da caricare.

Dati da inserire sul portale GSE per una CER:

- **Soggetto Referente:**
 - Soggetto:
 - Nominativo / Ragione sociale, Codice fiscale, Partita IVA;
 - Indirizzo di sede legale:
 - Nazione, Regione, Provincia, Comune, Indirizzo;
 - Profilo del soggetto:
 - [Comunità, produttore e cliente finale / Comunità e produttore / Comunità e cliente finale / Comunità];
 - Identificazione del firmatario:

- Indicare la tipologia di firmatario della Qualifica [Rappresentante legale (già registrato al GSE) / Procuratore];
 - Nominativo, Codice fiscale, Data di nascita, Nazione di nascita, Regione di nascita, Provincia di nascita, Comune di nascita.
- Dati generali:
 - Dati preliminari:
 - Tipologia di configurazione;
 - Data di entrata in esercizio del primo impianto / sezione di impianto potenziale della configurazione;
 - Data di creazione dell'associazione;
 - Date significative:
 - Data di decorrenza del servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia condivisa;
 - Data nella quale il Gestore di rete competente ha comunicato al Soggetto Referente che i punti di connessione (POD) dei clienti finali e degli impianti di produzione operano in bassa tensione e sono sottesi alla medesima cabina secondaria;
 - Dati generali:
 - Fra i partecipanti alla configurazione è attualmente prevista una produzione e distribuzione di calore e/o di raffrescamento? [SI/NO];
 - I partecipanti alla configurazione hanno attivato altre iniziative volte a conseguire ulteriori benefici per loro o per altri soggetti in ambito energetico, ambientale o sociale? Specificare iniziativa.
- Dati amministrativi:
 - Sede amministrativa:
 - la sede amministrativa coincide con la sede legale [SI/NO];

- Nazione, Regione, Provincia, Comune, Indirizzo, Civico, CAP;
- Riferimenti bancari:
 - IBAN, Swift Code, Intestatario C/C;
- Regime fiscale:
 - IVA Ordinaria [SI/NO];
 - Soggetto ad IVA [SI/NO];
- Ritenuta d'acconto:
 - La tariffa premio è soggetta alla ritenuta di cui all'art. 28 del DPR 600/73 ai sensi della circolare 46/E dell'Agenzia delle Entrate [SI/NO];
- Fatturazione elettronica:
 - Codice destinatario, indirizzo PEC.
- Corrispondenza:
 - Nome e Cognome /Ragione sociale, Telefono, Cellulare, Fax, E-mail;
 - Nazione, Regione, Provincia, Comune, Indirizzo, Numero civico, CAP;
 - Modalità di comunicazione, Indirizzo PEC.
- **Produttori (PROSUMER):**
 - Cognome e nome/ Ragione sociale, Codice fiscale, Partita IVA, Profilo soggetto;
- Impianti di produzione (Scheda Terna)
- **POD Clienti Associati (CONSUMER):**
 - Codice POD Cliente finale, Codice fiscale, Partita IVA.

➤ **DOCUMENTI (da caricare):**

1. Statuto e/o Atto Costitutivo della Comunità Energetica:
 - Legale rappresentante: Nome, cognome, luogo di nascita, data di nascita, domicilio, codice fiscale;
 - Soci fondatori: Nome, cognome, luogo di nascita, data di nascita, domicilio, codice fiscale;
 - Denominazione, sede e scopo della comunità energetica;
 - Patrimonio ed esercizi sociali;
 - Soci membri;
 - Organi ed amministrazione;
 - Scioglimento;
 - Norme generali.

2. Regolamento d'esercizio (impianti di produzione)

3. Schema elettrico unifilare con indicazione dei gruppi di misura e degli eventuali accumuli

4. Verbali di attivazione del contatore dell'energia elettrica immessa e del contatore di produzione e del contatore del sistema di accumulo (se presente)

5. Fotografie delle targhe (una per ciascun modello) del modulo fotovoltaico e dell'inverter ovvero, in caso di impianti diversi dai fotovoltaici, del gruppo di generazione e dell'alternatore, e degli eventuali sistemi di accumulo

6. Elenco dei numeri di serie dei modelli
(per ciascun modulo indicare: marca, modello, e numero di serie)

7. Scheda dati economici impianto fotovoltaico

8. Altra documentazione

(Fotovoltaico, da utilizzare solo in caso si reputino necessarie note esplicative, comunicazioni di difformità dei dati caricati a portale ovvero altre eventuali comunicazioni ritenute importanti)

Le informazioni sul soggetto referente sono da ricercarsi nell'Atto Costitutivo della CER, sottoscritto da tutti i soci. I dati generali derivano, per la parte delle date significative, da comunicazioni del Gestore di rete competente. I dati amministrativi e di corrispondenza devono essere forniti dal soggetto referente della CER.

Le informazioni sul prosumer sono fornite dal proprietario dell'impianto, che può essere un privato cittadino o una PMI, ma in altri casi è il Comune del paese in cui è stata realizzata la CER, che dunque si affida ad un'azienda esterna per la realizzazione dei lavori dell'impianto o di più impianti a seconda dei casi.

I consumatori sono invece tutti i privati cittadini, attività commerciali, aziende o lo stesso Comune con alcuni degli edifici pubblici, che trovandosi sottesi alla medesima cabina secondaria (primaria, con la prossima attuazione) aderiscono alla "Manifestazione di interesse" e mettono a disposizione le loro bollette da cui è possibile ricavare tutti i dati necessari.

A titolo di esempio, nell'Allegato 1 è riportato un format di "Manifestazione Pubblica di Interesse" presentata dal Comune di Magliano Alpi [43] (in provincia di Cuneo).

La Manifestazione riportata nell'Allegato è solo un esempio di quello che può essere proposto alla cittadinanza, in quanto ciascun Comune può richiedere agli interessati informazioni di varia natura, anche solo a scopo informativo o nell'ambito di una particolare ricerca. Come si può notare, tramite questo semplice documento compilato in prima persona dal potenziale associato, si viene a conoscenza di informazioni molto utili e determinanti sia in fase di pianificazione che nella fase più operativa di progettazione, venendo a conoscenza dei consumi finali e della loro composizione.

I documenti da caricare sono in parte forniti dalla stessa CER come l'Atto Costitutivo, in parte inviati dal Gestore di rete come i verbali di attivazione, in parte dall'azienda

che realizza l'impianto di produzione come le fotografie dei moduli fotovoltaici, i modelli e i numeri di serie.

4.5 Gestione

La fase finale riguarda la gestione della Comunità Energetica e come è facile intendere essa non è limitata ad un periodo definito ma deve essere effettuata per tutta la vita utile della Comunità. Suddivisa come le altre fasi in sottofasi che abbracciano gli aspetti principali: in prima istanza il monitoraggio delle prestazioni degli impianti, poi la gestione economica degli incentivi per la CER ed infine è sovente includere anche la fase di divulgazione, attività che gli associati della CER prefissano di perseguire citandola espressamente nell'Atto Costitutivo e nello Statuto.

4.5.1 Monitoraggio delle prestazioni degli impianti

Questa fase include processi riguardanti l'impianto di produzione come l'analisi della produzione reale. Il monitoraggio è concentrato nei primi anni in cui il tasso di produzione non subisce variazioni negative dovute ad esempio all'invecchiamento dell'impianto.

4.5.2 Manutenzione

La manutenzione è un'operazione necessaria per qualsiasi tipologia di macchinario nell'ambito industriale. Il caso in esame fa riferimento agli impianti di produzione da fonti di energia rinnovabile a servizio della CER, considerando a titolo esemplificativo il solo solare fotovoltaico. L'esperienza pratica sviluppata in sede di tirocinio e le indicazioni suggerite dai software illustrati nel Capitolo 3, prevedono la suddivisione delle operazioni di manutenzione in: manutenzione ordinaria e straordinaria. La prima viene effettuata a scadenza solitamente annuale e prevede la sostituzione di componenti accessori per l'impianto fotovoltaico in via cautelativa. La seconda invece ha tipicamente una scadenza decennale e prevede la sostituzione di componenti che prevedono il temporaneo fermo impianto di produzione. Tra essi rientra la sostituzione

dell'inverter, che ha una vita utile di circa 10 anni. La manutenzione ha dei costi che, a seconda di quanto stabilito in fase di costituzione della CER, ricadono sul proprietario dell'impianto, solitamente ciò avviene quando la proprietà è di un privato cittadino o di una PMI che riceve una parte sostanziale degli incentivi della CER per far fronte a queste spese, o sul Comune, nel caso in cui sia socio della CER utilizzando nuovamente parte degli incentivi ottenuti dal GSE per la valorizzazione dell'energia condivisa, o sull'intera CER se si detiene la proprietà o l'usufrutto dell'impianto di produzione..

4.5.3 Gestione economica

La gestione economica di una CER avviene secondo quanto accordato tra i soci della stessa. A seconda dell'assetto giuridico che la Comunità Energetica assume, la gestione economica può essere effettuata da una persona esterna o interna alla Comunità. Gli incentivi rilasciati dal GSE in base al calcolo dell'energia condivisa stimata con un modello virtuale vengono erogati sul C/C di riferimento indicato in fase di iscrizione al portale GSE, come illustrato nel paragrafo 4.4.1. La CER può stabilire come utilizzare gli incentivi riconosciuti nel modo che preferisce, purché sia specificato con una scrittura legale sottoscritta da tutti i membri della Comunità (Regolamento). Di seguito si riportano, a titolo d'esempio, alcune delle modalità possibili per utilizzo degli incentivi:

- Suddivisione equa tra i partecipanti, nel caso in cui la realizzazione dell'impianto di produzione non sia avvenuta a spese di nessuno di essi;
- Suddivisione equa tra i consumatori e riconoscimento di una percentuale maggiore al prosumer nel caso abbia realizzato a proprie spese l'impianto di produzione;
- Perseguimento di uno scopo sociale, utilizzando gli incentivi ricevuti per aiutare le famiglie in povertà economica residenti nello stesso comune in cui ha sede la CER;
- Utilizzo degli incentivi per realizzare opere necessarie a livello comunitario;
- Utilizzo degli incentivi per realizzare eventi nel Comune in cui ha sede la CER.

Solitamente oltre alle proposte riportate, una parte degli incentivi riconosciuti viene utilizzata per coprire le spese interne alla CER come la manutenzione e la gestione.

4.5.4 Divulgazione

L'Atto Costitutivo di una CER riporta nella maggior parte dei casi che l'Associazione può svolgere anche attività, direttamente o mediante terzi, con lo scopo di far conoscere la realtà di una Comunità Energetica, come:

- stimolare all'ideazione, allo sviluppo, alla sperimentazione e alla partecipazione a modelli di governance di generazione distribuita e nuove applicazioni tecnologiche per la diffusione e l'uso di energia da fonti rinnovabili;
- supportare le attività di ricerca nel settore delle fonti energetiche rinnovabili;
- pianificare, anche a beneficio di altri enti territoriali, azioni per la promozione di politica energetica sui territori, messa in opera e assistenza di progetti pilota per la valorizzazione delle FER;
- promuovere le attività dell'Associazione, anche attraverso la gestione di eventi di pubblica diffusione dei risultati.

Si ricorda inoltre che, come illustrato nel paragrafo 4.5.1. riguardante l'iscrizione al portale GSE, tra le informazioni da fornire viene esplicitamente richiesto nella sezione Soggetto referente-Dati generali: "I partecipanti alla configurazione hanno attivato altre iniziative volte a conseguire ulteriori benefici per loro o per altri soggetti in ambito energetico, ambientale o sociale? Specificare iniziativa", cui spesso si risponde che tra le iniziative c'è la partecipazione a vari convegni per la promozione e per la realizzazione sul territorio di nuove CER, in ottica di divulgazione dell'argomento.

Capitolo 5 – Studio di fattibilità per la CER Val Tanaro

Tra i casi studio analizzati durante il periodo di tirocinio svolto presso GOCER - Gruppo Operativo Comunità Energetiche Rinnovabili – quello con maggiore rilevanza è rappresentato dallo studio di fattibilità per la realizzazione di una CER che comprende i comuni dell'Unione Montana Alta Valle Tanaro e alcuni dei comuni dell'Unione Montana di Mondolè, che verrà d'ora in poi indicata come “CER Val Tanaro”. Il progetto prevede inoltre la partecipazione al bando Green Community [44] nell'ambito del PNRR, per ottenere il finanziamento per la realizzazione di impianti da fonti rinnovabili su edifici pubblici situati in alcuni dei comuni con particolare rispondenza a prefissate caratteristiche.

5.1 Analisi complessiva CER Val Tanaro

Lo studio di fattibilità riguardante la CER Val Tanaro è stato effettuato con lo scopo di dar vita ad una Comunità Energetica che in quanto soggetto giuridico possa perseguire congiuntamente gli obiettivi energetico-economico e socio-ambientale. In questo specifico caso, si ha in aggiunta l'obiettivo di contrastare lo spopolamento di alcuni comuni, caratteristica che viene inclusa anche nelle specifiche da rispettare per rientrare tra i comuni finanziabili con il bando Green Community.

L'analisi preliminare prevede un accurato studio del territorio che possa evidenziarne le caratteristiche morfologiche e le risorse disponibili in loco. I comuni considerati contano complessivamente una popolazione di circa 41.562 abitanti, suddivisi come indicato in *Tabella 6* e localizzati come indicati in *Figura 5.1*.

Tabella 6 - Elenco dei comuni afferenti alla CER Val Tanaro

Comune	Numero di abitanti
Alto	139
Bagnasco	995

Briga Alta	41
Caprauna	96
Garessio	2902
Nucetto	402
Ormea	1491
Pamparato	278
Perlo	108
Priola	669
Frabosa Soprana	743
Frabosa Sottana	1.588
Pianfei	2.102
Roccaforte Mondovì	2.060
Villanova Mondovì	5.715
Mondovì	22.233

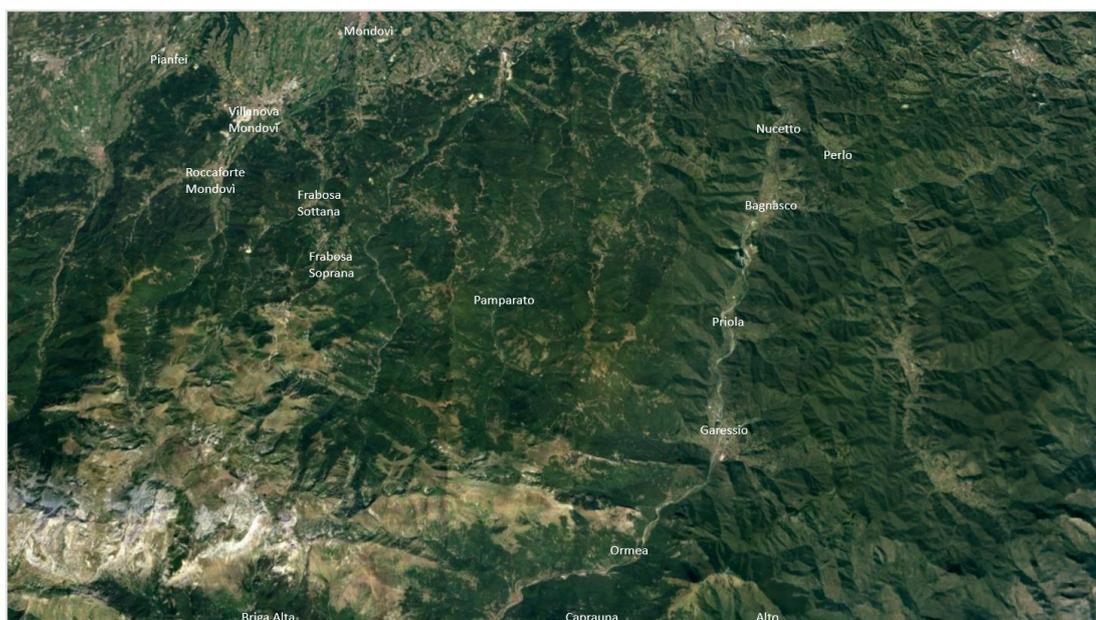


Figura 5.1 – Visualizzazione su mappa dei Comuni afferenti alla CER Val Tanaro

L'analisi degli impianti esistenti non viene riportata di seguito in quanto è stato possibile concludere che non sono disponibili impianti da FER che rispetto i valori di potenza tali da essere presi in considerazione o che siano entrati in esercizio in data utile da poter essere inclusi nel progetto di CER.

Per ognuno dei comuni è stata valutata l'installazione di impianti fotovoltaici su coperture di edifici di proprietà pubblica e privata in base alle disponibilità locali. Per favorire la diffusione e l'utilizzo delle auto elettriche in ogni Comune è stata inoltre prevista l'installazione di un sistema di ricarica autoveicoli di Tipo 2, con connettore universale e potenza pari a 22 kW installate su apposite piantane di supporto. I sistemi saranno geolocalizzati in modo tale da essere visibili a tutti i possessori di auto elettriche tramite le APP dedicate.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati ENEA relativi a valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale. Le informazioni circa l'irradiazione giornaliera media mensile sono state ricavate con l'utilizzo dello strumento di simulazione Solarius-PV. La scelta della località sede dell'intervento è ricaduta sul comune di Mondovì (CN), dove è presente una stazione meteo che rende disponibili con buona approssimazione i dati climatici utili per tutti i comuni considerati nella CER Val Tanaro. Per il Comune di Mondovì (CN) avente latitudine 44°,3936 N, longitudine 7°,8228 E e altitudine di 395 s.l.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare (*Figura 5.2*) sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1,53	2,39	3,81	4,83	5,67	6,28	6,25	5,28	4,00	2,78	1,81	1,31

Fonte dati: Enea



Figura 5.2 - Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: Enea

Quindi, i valori dell'irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 1400,05 kWh/m² (Fonte dati: Enea).

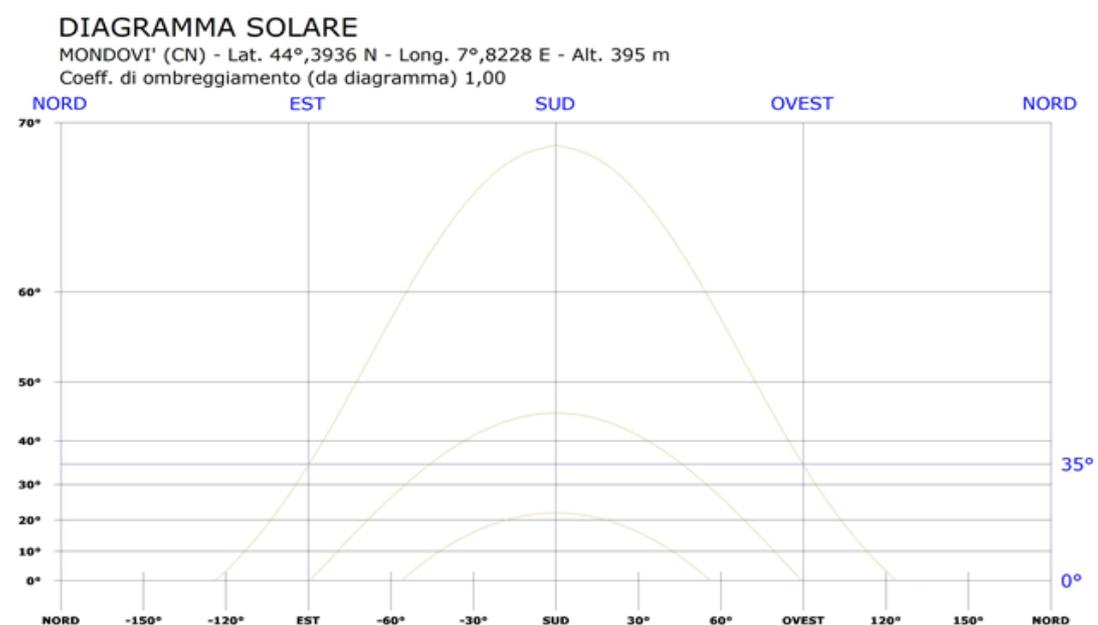


Figura 5.3 - Diagramma solare

La fase successiva dello studio di fattibilità si concentra sull'individuazione delle superfici idonee all'installazione di nuovi impianti di produzione. Sono stati analizzati i comuni oggetto di studio per valutare la presenza di edifici pubblici e privati che

possono ospitare impianti fotovoltaici. La valutazione preliminare ha permesso di valutare il valore di potenza complessiva installabile.

Analisi Prosumers:

- Impianti installati:
Potenza: 14,5 MW
Energia prodotta: 15.950 MWh/anno
- Produzione al netto degli autoconsumi:
Potenza: 12 MW
Energia prodotta: 12.612 MWh/anno

Come precisato nel corso della presentazione degli strumenti di simulazione utilizzati (Capitolo 3), SolarEdge Designer e Solarius-PV non sono stati creati al fine di analizzare energeticamente una CER, ma per essere utilizzati in fase di progettazione di un impianto fotovoltaico. Questo risulta essere fondamentale per la valutazione delle potenze da simulare. Come evidenziato sopra la potenza effettivamente installabile è 14,5 MW, ma per le simulazioni effettuate è stata valutata una potenza complessiva degli impianti di 12 MW, che equivale alla potenza tale da generare energia al netto degli autoconsumi del caso complessivo, così da poter valutare attraverso i software l'energia che potrebbe essere immessa in rete, ma che in ottica CER corrisponde all'energia condivisibile.

Lo studio di fattibilità è stato realizzato prima di effettuare la manifestazione d'interesse sui territori coinvolti nel progetto di realizzazione della CER Val Tanaro. Questo ha implicato la mancanza di una precisa indicazione circa i membri della CER e dunque dei profili di consumo dettagliati ricavabili dalle bollette messe a disposizione dagli stessi, perciò è stato necessario effettuare delle stime dei valori di consumo. La necessità di avvicinarsi alla simulazione di un caso reale ha previsto la suddivisione dei consumi in consumi di tipo familiare e di tipo industriale, in modo tale da generalizzare la procedura.

Analisi Consumers:

- Familiare: 8.750.000 kWh/anno
Consumo stimato di 2.500 kWh/anno per 3500 famiglie
- Industriale: 12.000.000 kWh/anno
Consumo stimato per aziende di media grandezza e sistemi pubblici di ricarica auto elettriche

Sulla base dei dati presentati è stato possibile effettuare una simulazione attraverso il software Solarius-PV, i cui risultati sono poi stati rielaborati in ottica CER, attraverso fogli di calcolo Excel. Elaborando i dati di produzione e consumo dei membri della CER si ottengono i seguenti valori:

Tabella 7 - Consumo su base mensile e relativa copertura

	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>Consumo totale [kWh]</i>	1782514	1591249	1772210	1680590	1782514	1708456	1744345	1782514	1670287	1782514	1718759	1734042
<i>Cons. coperto dagli impianti CER [kWh]</i>	532847	611974	861129	905811	1032733	1039777	1053571	101833	840354	707130	439076	416422
<i>Cons. coperto dalla rete [kWh]</i>	1249666	979274	911081	774779	749781	668678	690774	764180	829933	1075383	1279682	1317620
<i>Copertura [%]</i>	29,90	38,50	48,60	53,90	57,90	60,90	60,40	57,10	50,30	39,70	25,50	24,00

I risultati riportati in *Tabella 7* evidenziano la quota di consumi che viene coperta dagli impianti della CER e quella che invece viene coperta attraverso la rete di distribuzione nazionale, mostrando dunque la copertura percentuale dei consumi con gli impianti della CER.

In *Figura 5.4* sono invece riportati i consumi totali e la copertura derivante dalla condivisione dell'energia prodotta dagli impianti di produzione della CER.

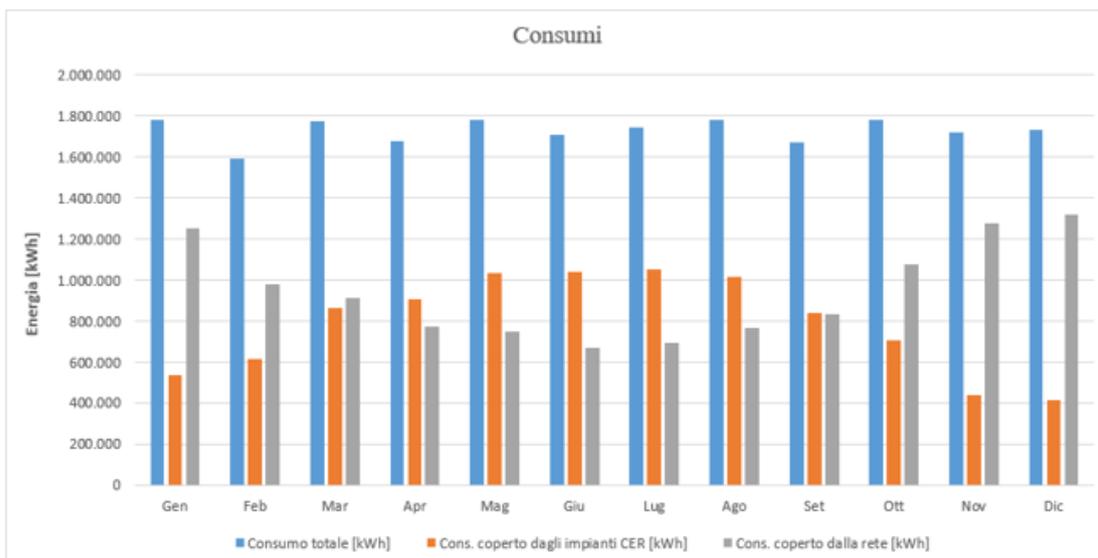


Figura 5.4 - Consumi totali su base mensile e copertura dagli impianti CER o dalla rete

I consumi vengono in media coperti dalla produzione degli impianti CER per oltre il 46%, con un massimo del 61% nel mese di giugno e un minimo del 24% nel mese di dicembre.

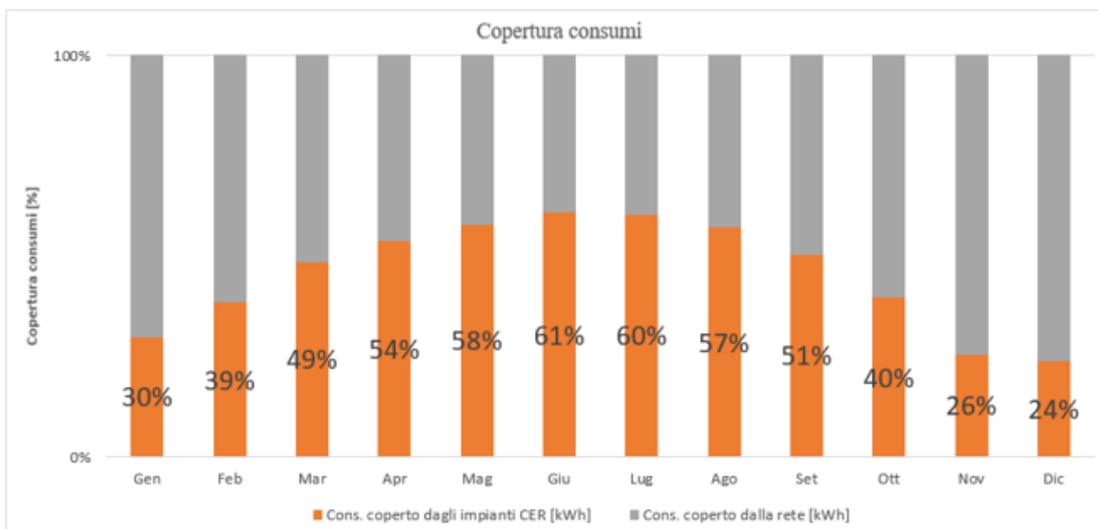


Figura 5.5 - Copertura mensile dei consumi in percentuale

Come è possibile vedere dalla *Figura 5.5* la copertura dei consumi con gli impianti di produzione da fotovoltaico segue la curva a campana della produzione solare, che presenta ovviamente una rispondenza stagionale.

5.1.1 Analisi di impatto ambientale

Lo strumento di simulazione Solarius-PV permette di ricavare anche l'analisi ambientale del progetto simulato, che si concretizza nel calcolo di due valori: le emissioni evitate di CO₂, SO₂, NO_x, polveri, e le tonnellate di petrolio equivalente (TEP) risparmiate. Il consumo di energia prodotta da fonti rinnovabili, com'è noto, ha un significativo impatto ambientale in termini di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. Si riportano dunque in *Tabella 8* le emissioni evitate in un anno e nel periodo di vita utile stimato degli impianti (20 anni), data l'energia totale annua prodotta.

Per calcolare le emissioni evitate di CO₂, SO₂, NO_x, polveri è necessario moltiplicare l'energia prodotta da fotovoltaico nel periodo d'interesse con il fattore di emissioni evitate di ciascuna specie, ottenendo così:

$$\Delta Sp = E_{pr}^{CER} * \alpha$$

con:

- ΔSp [kg]: emissioni evitate della specie corrispondente;
- E_{pr}^{CER} [kWh]: energia elettrica prodotta da fotovoltaico durante il periodo considerato;
- α [kg/kWh]: fattore di emissioni evitate di ciascuna specie, pari a:
 - $744 * 10^{-3}$ kg/kWh per CO₂;
 - $0,969 * 10^{-3}$ kg/kWh per SO₂;
 - $1,22 * 10^{-3}$ kg/kWh per NO_x;
 - $0,045 * 10^{-3}$ kg/kWh per polveri.

[Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh] – Fonte: Rapporto ambientale ENEL 2013]

Tabella 8 - Emissioni evitate su base annua e ventennale

	<i>CO₂</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO_x</i>	<i>Polveri</i>
<i>Emissioni evitate in un anno [kg]</i>	5 978 177,06	4 704,35	5 385,40	176,57
<i>Emissioni evitate in 20 anni [kg]</i>	109 872 362,93	86 460,74	98 977,85	3 245,18

In *Tabella 9* si riportano le TEP risparmiate sia annualmente sia nel periodo di vita utile stimato degli impianti (20 anni), tali da sottolineare il beneficio ambientale derivante dall'utilizzo di fonti di energia rinnovabili invece di fonti fossili.

[Fattore di conversione MWh in TEP [TEP/MWh] – Fonte: Delibera EEN 3/08, art. 2]

Tabella 9 - TEP risparmiate su base annua e ventennale

<i>TEP risparmiate in un anno</i>	2 358,48
<i>TEP risparmiate in 20 anni</i>	43 346,27

5.2 Interventi finanziati dal Bando “Green Community”

La partecipazione al bando Green Community nell'ambito del PNRR per alcuni dei comuni afferenti al progetto CER Val Tanaro, ha presupposto un'ulteriore analisi, con le modalità già viste sopra, congiuntamente al rispetto di un vincolo economico che presupponga di rientrare in un budget prefissato.

Considerando il budget di 800.000€ nell'ambito del bando Green Community sarà possibile finanziare una parte degli impianti totali realizzabili. In via preferenziale è prevista l'installazione di impianti fotovoltaici nei Comuni più piccoli valutando la

disponibilità di superfici utilizzabili. In *Tabella 10* si riporta l'elenco dei comuni considerati.

Tabella 10 - Elenco dei Comuni afferenti alla CER Val Tanaro aderenti al bando Green Community

Comune	Abitanti
Alto	139
Bagnasco	995
Caprauna	96
Nucetto	402
Ormea	1491
Priola	669
Frabosa Soprana	743

La configurazione iniziale delle CER è stata quindi ridotta, così da interessare un numero di utenti inferiore rispetto a quella possibile a regime e stimato in precedenza, ottenibile in fasi successive con investimenti privati stimolati dall'avvio dell'iniziativa pubblica. Questa analisi infatti riguarda una popolazione complessiva di 4.535 abitanti.

In ogni Comune è prevista l'installazione di un sistema di ricarica per auto elettriche di Tipo 2, con connettore universale e potenza pari a 22 kW. I sistemi saranno geolocalizzati in modo tale da essere visibili a tutti i possessori di auto elettriche tramite le APP dedicate. Le installazioni saranno in posizioni facilmente raggiungibili dagli utenti in modo tale da favorirne l'utilizzo e stimolare la crescita di tale metodo di mobilità sostenibile. Il costo dei sistemi di ricarica rientrerà, per i comuni considerati, nel budget fissato.

I consumi di seguito riportati sono stati stimati riferendosi ai territori interessati dall'installazione di nuovi impianti fotovoltaici con il medesimo criterio utilizzato

prima e ancora una volta necessario data la mancanza delle bollette dei consumatori da cui sarebbe stato possibile ricavare i consumi reali

Analisi prosumers:

- Impianti installati
Potenza: 236,8 kW
Energia prodotta: 248.878,89 kWh/anno

Tabella 11 - Specifiche degli impianti installabili nei Comuni della Val Tanaro aderenti al bando Green Community

Comune	Abitanti	Potenza impianti [kW]	Superficie occupata [m²]	Colonnina di ricarica 22 kW
Alto	139	14,80	71,04	1
Bagnasco	995	44,40	213,12	1
Caprauna	96	14,80	71,04	1
Nucetto	402	44,40	213,12	1
Ormea	1491	59,20	284,16	1
Priola	669	14,80	71,04	1
Frabosa Soprana	743	44,40	213,12	1

In *Tabella 11* vengono presentate le specifiche degli impianti installabili nei Comuni della CER Val Tanaro aderenti al bando Green Community, facendo particolare riferimento al numero di abitanti, la potenza degli impianti, la superficie occupata e il numero di colonnine di ricarica da 22 kW installabili. I calcoli delle potenze sono stati effettuati considerando sia la disponibilità di superfici sia il rispetto del budget complessivo di € 800.000, che include anche il costo delle colonnine di ricarica. I

prezzi degli impianti sono stati calcolati con il prezzario regionale della Regione Piemonte.

Analisi consumers:

- Familiare: 300.000 kWh/anno
Consumo stimato di 2.500 kWh/anno per 120 famiglie
- Industriale: 800.000 kWh/anno
Consumo stimato per aziende di media grandezza
(in questi consumi è stata considerata la presenza di n.01 sistema di ricarica auto elettriche in ogni Comune)

Elaborando i dati di produzione e consumo dei membri delle CER si ottengono i valori in *Tabella 12*:

Tabella 12 - Consumo su base mensile e relativa copertura

	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>Consumo totale [kWh]</i>	95326	84333	93588	88830	95329	89923	92495	95329	87089	95329	91664	90754
<i>Cons. coperto dagli impianti CER [kWh]</i>	10924	12870	20865	22251	25751	27799	29786	26907	20494	14843	8971	8582
<i>Cons. coperto dalla rete [kWh]</i>	84405	71463	72723	66578	69578	69578	62124	62709	66594	80486	82693	82171
<i>Copertura [%]</i>	11,50	15,30	22,30	25,00	27,00	30,90	32,20	28,20	23,50	15,60	9,80	9,50

In *Figura 5.6* sono riportati i consumi totali e la copertura derivata dalla condivisione dell'energia prodotta dagli impianti di generazione della CER realizzati con i fondi del Bando Green Community.

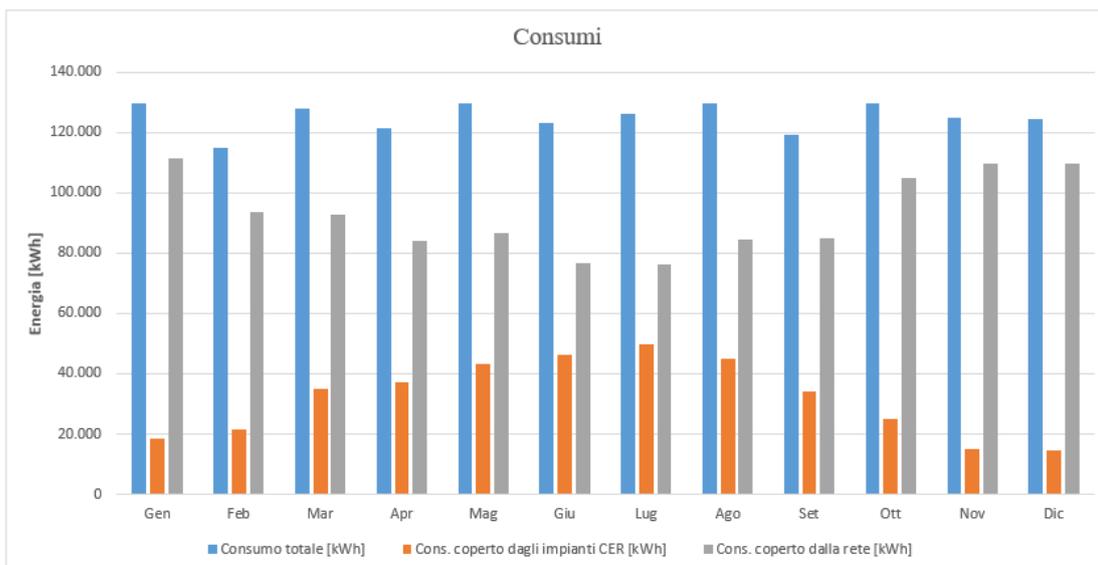


Figura 5.6 - Consumi totali su base mensile e copertura dagli impianti o dalla rete

I consumi vengono in media coperti dalla produzione degli impianti CER per circa il 21%, con un massimo del 32% nel mese di luglio e un minimo del 10% nel mese di dicembre, come si può vedere in *Figura 5.7*.

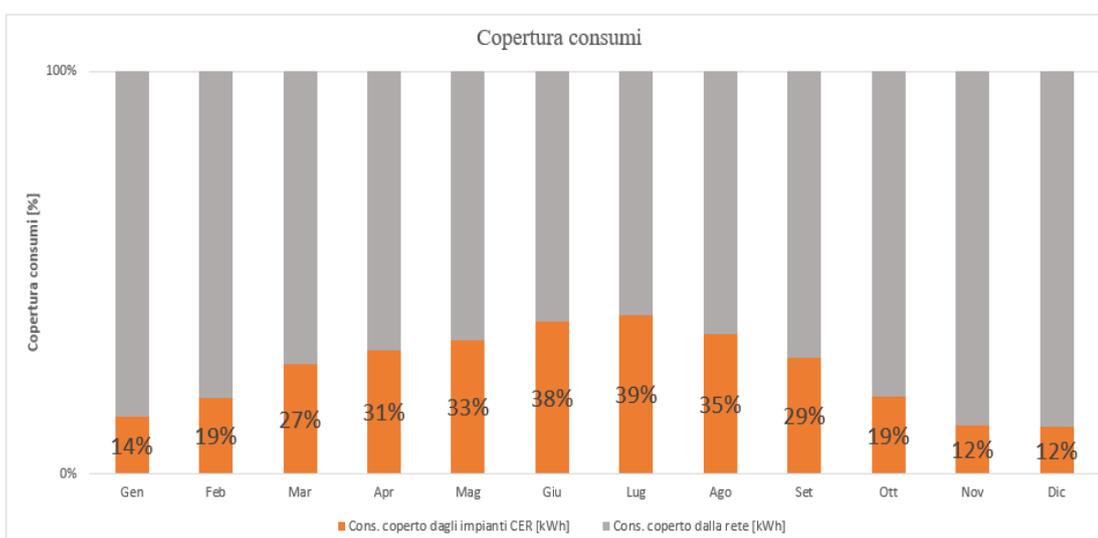


Figura 5.7 - Copertura mensile dei consumi in percentuale

5.2.1 Analisi economica

Il caso in esame è stato analizzato anche dal punto di vista economico. Si ricorda che gli incentivi economici della CER vengono calcolati sull'energia condivisa tra i vari membri. Per effettuare una stima dei benefici economici si suppone che in media il 20% dei consumi coperti dagli impianti della CER (riferimento alla *Tabella 13*) siano autoconsumati dai prosumers, e il restante 80% sia energia condivisa con gli altri membri della CER, su cui dunque viene calcolata la remunerazione.

Tabella 13 - Autoconsumo ed energia condivisa nella CER su base mensile

	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>Autoconsumo [kWh]</i>	2184	2574	4173	4450	5150	5559	5957	5381	4098	2968	1794	1716
<i>Energia condivisa CER [kWh]</i>	8739	10296	16692	17801	20601	22239	23829	21525	16395	11874	7176	6866

Consideriamo in questa analisi le tariffe incentivanti erogate dal GSE che si applicano per 20 anni all'energia condivisa all'interno della CER che sono pari a 110 €/MWh, a cui si aggiunge il rimborso di parte degli oneri di sistema valutati secondo formula *CAC – Allegato A* delibera 318/2020 con controvalore di 9 €/MWh.

La remunerazione per l'energia immessa dai produttori che può essere ritirata dal GSE attraverso una convenzione di Ritiro Dedicato oppure essere ceduta al mercato libero al valore zonale orario di riferimento, non viene in questo caso considerata.

Per calcolare gli incentivi sull'energia condivisa è necessario moltiplicare l'energia condivisa nel periodo d'interesse con la somma delle tariffe incentivanti considerate, ottenendo così:

$$IN^{CER} = E_{sh}^{CER} * (TR_{GSE} + TR_{PG})$$

Con:

- IN^{CER} [€]: incentivi della CER durante il periodo considerato;
- E_{sh}^{CER} [kWh]: energia condivisa dalla CER durante il periodo considerato;

- TR_{GSE} : tariffa GSE pari a 110 €/MWh;
- TR_{PG} : tariffa oneri di sistema pari a 9 €/MWh.

In *Tabella 14* si riportano gli incentivi calcolati su base mensile come descritto:

Tabella 14 -Incentivi energia condivisa su base mensile

	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>Incentivi energia condivisa [€]</i>	1039	1225	1986	2118	2451	2646	2835	2561	1951	1413	854	817

Su base annua dunque la CER acquisisce circa 21.900€, che possono essere utilizzati per la gestione della stessa Comunità Energetica, la manutenzione degli impianti, o per altri scopi stabiliti nel regolamento d'esercizio.

5.2.2 Analisi di impatto ambientale

L'analisi di impatto ambientale viene nuovamente presentata attraverso i risultati ottenuti dalla simulazione effettuata con il software Solarius-PV. Il consumo di energia prodotta da fonti rinnovabili ha un significativo impatto ambientale in termini di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. Si riportano in *Tabella 15* le emissioni evitate in un anno e nel periodo di vita utile stimato degli impianti (20 anni), data l'energia totale annua prodotta. Per calcolare le emissioni evitate di CO₂, SO₂, NO_x, polveri, si procede come evidenziato nel paragrafo 5.1.3.

[Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh] – Fonte: Rapporto ambientale ENEL 2013]

Tabella 15 - Emissioni evitate su base annuale e ventennale

	<i>CO₂</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO_x</i>	<i>Polveri</i>
<i>Emissioni evitate in un anno [kg]</i>	117 968,59	92,83	106,27	3,48
<i>Emissioni evitate in 20 anni [kg]</i>	2 168 133,87	1 706,15	1 953,15	64,04

Si riportano in *Tabella 16* le TEP risparmiate annualmente e nel periodo di vita utile stimato degli impianti (20 anni), tali da sottolineare il beneficio ambientale derivante dall'utilizzo di fonti di energia rinnovabili invece di fonti fossili.

[Fattore di conversione MWh in TEP [TEP/MWh] – Fonte: Delibera EEN 3/08, art. 2]

Tabella 16 -TEP risparmiate su base annua e ventennale

<i>TEP risparmiate in un anno</i>	46,54
<i>TEP risparmiate in 20 anni</i>	855,36

5.3 Simulazioni impianti Bando “Green Community”

Utilizzando il software di simulazione SolarEdge Designer, presentato nel Capitolo 3, è stato possibile realizzare la simulazione degli impianti fotovoltaici da installare sugli edifici pubblici individuati nei comuni che rientrano nel bando Green Community. I Comuni sono stati scelti, come già precisato, in base alla disponibilità di superfici unitamente all'obiettivo di contrasto allo spopolamento.

5.3.1 Comune di ALTO

Edificio	Cimitero comunale
Potenza installata [kW]	14,80
N° moduli	37
Superficie occupata [m²]	71,04

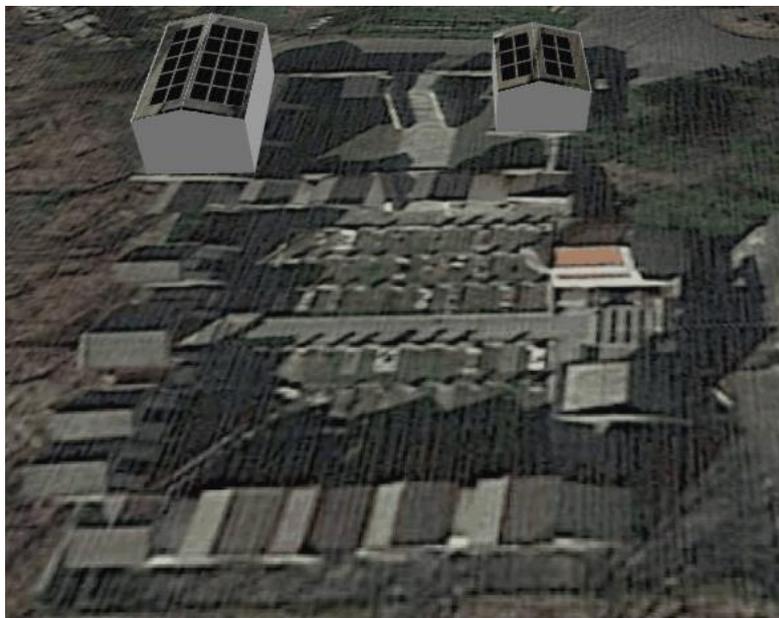


Figura 5.8 - Impianto installabile - Cimitero Comunale di Alto (CN)

5.3.2 Comune di BAGNASCO

Edificio	Scuola dell'Infanzia – Primaria – Secondaria di primo grado di Bagnasco
Potenza installata [kW]	44,40
N° moduli	111
Superficie occupata [m²]	213,12



Figura 5.9 - Impianto installabile - Scuola dell'Infanzia, Primaria, Secondaria di I grado di Bagnasco (CN)

5.3.3 Comune di CAPRAUNA

Edificio	Tettoia situata nella piazza adiacente al Municipio
Potenza installata [kW]	14,80
N° moduli	37
Superficie occupata [m²]	71,04



Figura 5.10 - Impianto installabile - Tettoia situata nella piazza adiacente al Municipio di Caprauna (CN)

L'installazione prevista prevede di utilizzare come superficie una tettoia (da realizzare) situata nella piazza adiacente al Municipio di Caprauna.

5.3.4 Comune di NUCETTO

La potenza installabile, in base al Bando Green Community, viene divisa su due differenti edifici presenti sul territorio comunale.

Edificio	Scuola Primaria di Nucetto
Potenza installata [kW]	34,80
N° moduli	87
Superficie occupata [m²]	167,04



Figura 5.11 - Impianto installabile - Scuola Primaria di Nucetto (CN)

L'impianto da installare consiste nel potenziamento di un impianto esistente sul tetto della Scuola Primaria di Nucetto, come mostrato in figura.

Il secondo impianto installabile è previsto sul Municipio di Nucetto.

Edificio	Municipio di Nucetto
Potenza installata [kW]	9,60
N° moduli	24
Superficie occupata [m²]	46,08



Figura 5.12 - Impianto installabile - Municipio di Nucetto (CN)

5.3.5 Comune di ORMEA

Edificio	Scuola dell'Infanzia – Primaria – Secondaria di primo grado di Ormea
Potenza installata [kW]	59,20
N° moduli	148
Superficie occupata [m²]	284,16



Figura 5.13 - Impianto installabile - Scuola dell'Infanzia, Primaria, Secondaria di I grado di Ormea (CN)

5.3.6 Comune di PRIOLA

Edificio	Scuola Primaria di Priola
Potenza installata [kW]	14,80
N° moduli	37
Superficie occupata [m²]	71,04



Figura 5.14 - Impianto installabile - Scuola Primaria di Priola (CN)

5.3.7 Comune di FRABOSA SOPRANA

La potenza installabile, in base al Bando Green Community, viene divisa su due differenti edifici presenti sul territorio comunale.

Edificio	Ufficio Turistico di Frabosa Soprana
Potenza installata [kW]	16,40
N° moduli	41
Superficie occupata [m²]	78,72

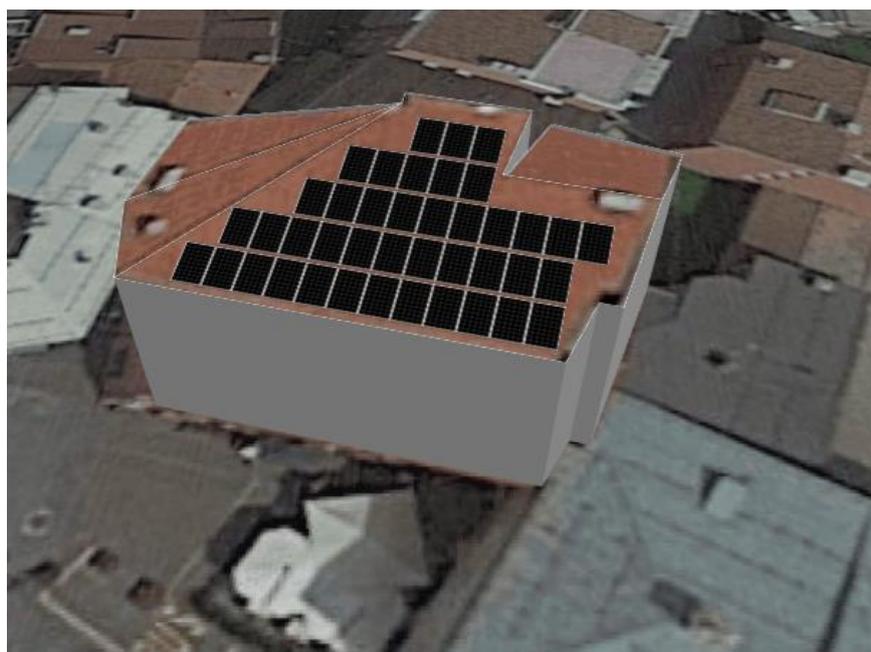


Figura 5.15 - Impianto installabile - Ufficio Turistico di Frabosa Soprana (CN)

Il secondo impianto installabile è previsto sulla Sala Polivalente di Frabosa Soprana.

Edificio	Sala Polivalente di Frabosa Soprana
Potenza installata [kW]	28,00
N° moduli	70
Superficie occupata [m²]	134,4



Figura 5.16 - Impianto installabile - Sala Polivalente di Frabosa Soprana (CN)

Lo studio di fattibilità per la CER Val Tanaro rappresenta il punto di partenza per la realizzazione della stessa. Il caso analizzato presenta il perseguimento, oltre che dello scopo energetico, anche di quello economico, ambientale e sociale. Il ruolo delle amministrazioni comunali in progetti come quello presentato risulta essere di fondamentale importanza: da un lato esse rappresentano un esempio da seguire per i privati cittadini, dall'altro hanno l'opportunità di partecipare a bandi che possano finanziare la realizzazione di impianti di produzione da fonti rinnovabili (come in questo caso) e possano inoltre permettere di perseguire obiettivi sociali quali l'inserimento nel progetto di famiglie in condizioni di povertà energetica o il contrasto allo spopolamento dei comuni, fenomeno che negli ultimi anni ha subito a livello nazionale una forte accelerazione.

A valle dello studio di fattibilità e di tutte le considerazioni sul territorio, che da esso possano scaturire, l'iter standardizzato prevede di avviare la manifestazione d'interesse, la formalizzazione legale della CER e dunque la realizzazione degli impianti di produzione.

Conclusioni

Il concetto di Comunità Energetiche Rinnovabili trova ad oggi la fase di maggiore concretizzazione nel nostro Paese. Le problematiche ambientali, la crisi climatica ed energetica sono state alla base della decisione di investire in maniera consistente sulle tecnologie da fonti di energia rinnovabile e su configurazioni di autoconsumo locale che riducano le perdite derivanti dall'utilizzo della rete di trasmissione, per coprire le distanze ingenti, che in un sistema non distribuito, intercorrono tra i punti di produzione e i punti di prelievo. Le CER, introdotte dall'UE nel 2018, trovano piena applicazione in questo scenario. La realizzazione delle CER in Italia sta perseguendo gli obiettivi prefissati dal punto di vista energetico-ambientale e socio-economico. Congiuntamente ad essi si sta rivoluzionando il concetto di utente che diventa consumatore attivo e responsabile, consapevole dell'impatto delle proprie azioni. Questo elaborato di tesi è nato e si è sviluppato grazie all'esperienza di tirocinio presso GOCER -Gruppo Operativo Comunità Energetiche Rinnovabili- che ha messo in luce la necessità di avere, oltre ad un quadro complessivo delle regolamentazioni sull'argomento, anche degli strumenti di simulazione a supporto delle attività di analisi e realizzazione di Comunità Energetiche Rinnovabili. Nel primo capitolo sono infatti stati affrontati i problemi cui il mondo deve far fronte, partendo dal piano ambientale, fino a quello energetico e dunque tecnico, ognuno di questi aspetti è attualmente in grande evoluzione per cause di interesse globale. Il secondo capitolo è stato sviluppato perseguendo la necessità di fornire un quadro normativo chiaro e completo circa tutto ciò che regola le Comunità Energetiche Rinnovabili, dalla normativa meno a quella più recente, da quella europea a quella nazionale, mettendo in luce i punti su cui bisogna ancora lavorare, in attesa delle prossime regolamentazioni. Gli altri tre capitoli di questi elaborato sono invece il passaggio dalla teoria alla pratica: prima attraverso la presentazione di strumenti di simulazione, poi con la presentazione di un iter standardizzato come linea guida da seguire, infine con la presentazione di un caso studio. Gli strumenti di simulazione forniscono infatti a chi sia interessato alla creazione di una CER la possibilità di effettuare simulazioni di impianti a servizio di una Comunità, tali da fornire strumenti concreti circa la realizzabilità o meno della stessa. Per generalizzare l'intero processo è stato realizzato un iter standardizzato con elevato grado di dettaglio che include tutte le fasi per il raggiungimento dell'obiettivo

finale. Lo stesso viene proposto in ottica dinamica, modificabile in base alle esperienze di realizzazione che possano aiutare a raggiungere un modello di “Best Practice”. L’ultimo capitolo presenta invece lo studio di fattibilità realizzato per la CER Val Tanaro, così da mettere in luce i passaggi fondamentali per la realizzazione dello stesso, a supporto del quale sono state realizzate simulazioni con gli strumenti presentati.

L’argomento delle CER è ad oggi in continua evoluzione, in particolare su due fronti: dal punto di vista giuridico, ove si è in attesa delle normative che possano regolare la realizzazione di una CER con allacciamento alla cabina di AT/MT; dal punto di vista tecnico con quello che deriverà dalla messa in opera del precedente. Il processo non sarà semplice, come non lo è stato finora, ma il perseguimento degli obiettivi prefissati e il loro raggiungimento sono necessari per affrontare le sfide energetiche dei prossimi anni, in cui sicuramente le Comunità Energetiche Rinnovabili continueranno a rivestire un ruolo fondamentale.

Allegato 1



COMUNE DI MAGLIANO ALPI



PROVINCIA DI CUNEO

Via Langhe, 91 – tel. 0174 627039 – Fax 0174 627600 - C.F. 00454320045 – E-mail: tecnico@comune.maglianoalpi.cn.it
P.E.C.: comune.maglianoalpi@pec.it

UFFICIO TECNICO COMUNALE

COMUNITA' ENERGETICHE

Avviso di manifestazione d'interesse

Il Comune di Magliano Alpi, intende costituire una Comunità Energetica sul territorio comunale.
Chiunque fosse interessato può fare domanda compilando il modello scaricandolo dalla Home page del sito del Comune all'indirizzo: <http://www.comune.maglianoalpi.cn.it/>

Di che cosa si tratta?

Le comunità energetiche sono, in sostanza, delle associazioni tra produttori e consumatori di energia, finalizzate a soddisfare il proprio fabbisogno energetico attraverso la propria stessa produzione, realizzata mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili.
La Direttiva 2018/2001/UE, volta a promuovere l'uso di energia da fonti rinnovabili, con la quale è stata introdotta la definizione di comunità energetica rinnovabile (REC) come entità giuridica prevede:
– una partecipazione aperta e volontaria, da parte dei soci localizzati in prossimità dell'impianto di produzione (di proprietà della REC stessa);
– l'aggregazione di persone fisiche, EELL e PMI in qualsiasi forma purché non animate dal profitto come prima finalità, bensì obiettivi di miglioramento ambientale, sociale ed economico per i membri della REC e per il territorio su cui questa insiste.
In attesa del completo recepimento della Direttiva 2018/2001/UE, la legge 28 febbraio 2020, n. 8 di conversione del decreto "Milleproroghe" decreto-legge 30 dicembre 2019, n. 162, pubblicata in Gazzetta ufficiale, dà fin da subito la possibilità a tutti i cittadini di esercitare collettivamente il diritto di produrre, immagazzinare, consumare, scambiare e vendere l'energia auto prodotta, con l'obiettivo di fornire benefici ambientali, economici e sociali alla propria comunità. In particolare, ci si attende che comunità energetiche rinnovabili e autoconsumo collettivo possano contribuire a mitigare la povertà energetica, grazie alla riduzione della spesa energetica, tutelando così anche i consumatori più vulnerabili.

Le regole da rispettare:

In base a quanto previsto dall'articolo 42-bis del Decreto Milleproroghe "Innovazione in materia di Autoconsumo da fonti rinnovabili":

- gli impianti rinnovabili devono avere **potenza non superiore a 200 kW** e devono essere entrati in esercizio successivamente alla data di entrata in vigore della legge di conversione del Milleproroghe (1 marzo 2020);
- i soggetti partecipanti condividono l'energia prodotta utilizzando la rete di distribuzione esistente;
- l'energia condivisa è pari al valore minimo, in ciascun periodo orario, tra l'energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti a fonti rinnovabili e l'energia elettrica prelevata dall'insieme dei clienti finali associati;
- l'energia è condivisa per l'**autoconsumo istantaneo**, che può avvenire anche attraverso sistemi di accumulo;
- nel caso di comunità energetiche rinnovabili i punti di prelievo dei consumatori e i punti di immissione degli impianti sono ubicati su reti elettriche di bassa tensione sottese, alla data di creazione dell'associazione, alla medesima cabina di trasformazione MT/BT
- nel caso di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, gli stessi devono trovarsi nello stesso edificio o condominio.

Oggi solo il 20% dell'energia prodotta da impianti fotovoltaici è autoconsumata localmente. Lo scarso risultato è dovuto anche all'attuale schema regolatorio che, prevedendo il meccanismo dello scambio sul posto, rende meno attraente la formula dell'autoconsumo in loco contestuale alla produzione. A livello di Paese, la prospettiva è di arrivare ad un autoconsumo pari a 4-5 volte le dimensioni del mercato attuale.

Le comunità energetiche e i progetti di autoconsumo collettivo saranno un **driver importante** per il significativo incremento del consumo dell'energia laddove verrà prodotta. Per premiare l'autoconsumo istantaneo e l'utilizzo di sistemi di accumulo, sarà per l'appunto erogata dal GSE una tariffa incentivante, alternativa al meccanismo dello scambio sul posto con risparmi che sulla base di alcune stime, potrebbe essere compreso tra il 10 e il 40%.

Normativa di riferimento:

- ✓ Direttiva 2018/2001/UE
- ✓ legge 28 febbraio 2020, n. 8 – art. 42 bis Decreto Milleproroghe
- ✓ Documento di consultazione 112/2020/R/eeel di ARERA

Magliano Alpi 01/29/04/2020

IL SINDACO
Bailo Arch. Marco

Indice delle figure

<i>Figura 1.1 - Variazioni annuali delle emissioni di CO₂ dal 1900 al 2021 (fonte:IEA)</i>	6
<i>Figura 1.2 - Andamento aggregato della potenza rinnovabile installata per tipologia di FER negli ultimi anni (fonte: IRENA)</i>	8
<i>Figura 1.3 - Confronto tra Prosumer (Produttore-Consumatore) e Consumer (Consumatore)</i>	9
<i>Figura 1.4 - Confronto tra sistema elettrico tradizionale e Smart Grid.</i>	12
<i>Figura 2.1 - Schema di principio di una CER rispondente ai requisiti della Legge n.8/202</i>	35
<i>Figura 2.2 - Schema di autoconsumo fisico con connessione privata delle utenze all'impianto di produzione e unico punto di accesso alla rete pubblica</i>	37
<i>Figura 2.3 - Schema di autoconsumo virtuale con connessione su rete pubblica tra le utenze e impianto di produzione</i>	38
<i>Figura 2.4 - Impianto FV installato sul municipio di Magliano Alpi (CN)</i>	46
<i>Figura 2.5 - Impianto FV installato sul tetto della Fondazione di Maria a San Giovanni a Teduccio, Napoli</i>	48
<i>Figura 3.1 - Edificio scolastico di Roccaforte Mondovì (CN) simulato con SolarEdge Designer</i>	51
<i>Figura 3.2 -Edificio scolastico di Roccaforte Mondovì (CN) simulato tramite SolarEdge Designer</i>	52
<i>Figura 3.3 - Esempio di grafici forniti nel report finale di una simulazione effettuata tramite SolarEdge Designer</i>	54
<i>Figura 3.4 - Irradiazione nel comune di Mondovì (CN) simulato con Solarius-PV</i>	56
<i>Figura 3.5 - Esempio di progettazione del generatore simulato tramite Solarius-PV</i>	57
<i>Figura 3.6 - Esempio di grafici forniti per un impianto simulato con Solarius-PV</i>	58

<i>Figura 3.7 - Esempio di report finale fornito da Recon ENEA</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3.8 - Esempio di grafico fornito da Recon ENEA</i>	<i>62</i>
<i>Figura 5.1 - Visualizzazione su mappa dei Comuni afferenti alla CER Val Tanaro...92</i>	<i>92</i>
<i>Figura 5.2 - Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: Enea.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 5.3 - Diagramma solare.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 5.4 - Consumi totali su base mensile e copertura dagli impianti CER o dalla rete</i>	<i>97</i>
<i>Figura 5.5 - Copertura mensile dei consumi in percentuale.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 5.6 - Consumi totali su base mensile e copertura dagli impianti o dalla rete.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 5.7 - Copertura mensile dei consumi in percentuale.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 5.8 - Impianto installabile - Cimitero Comunale di Alto (CN).....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 5.9 - Impianto installabile - Scuola dell'Infanzia, Primaria, Secondaria di I grado di Bagnasco (CN).....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 5.10 - Impianto installabile - Tettoia situata nella piazza adiacente al Municipio di Caprauna (CN).....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 5.11 - Impianto installabile - Scuola Primaria di Nucetto (CN).....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5.12 - Impianto installabile - Municipio di Nucetto (CN).....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 5.13 - Impianto installabile - Scuola dell'Infanzia, Primaria, Secondaria di I grado di Ormea (CN).....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 5.14 - Impianto installabile - Scuola Primaria di Priola (CN).....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 5.15 - Impianto installabile - Ufficio Turistico di Frabosa Soprana (CN).....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 5.16 - Impianto installabile - Sala Polivalente di Frabosa Soprana (CN).....</i>	<i>115</i>

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 - Categorizzazione delle Clean Energy Community secondo [17]</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 2 - Sintesi delle principali differenze tra le Comunità Energetiche Rinnovabili e le Comunità Energetiche dei Cittadini.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 3 - Differenze tra gli strumenti di simulazione presentati</i>	<i>63</i>
<i>Tabella 4 - Fasi da seguire per la realizzazione di una CER</i>	<i>67</i>
<i>Tabella 5 - Sottofasi studio di fattibilità</i>	<i>77</i>
<i>Tabella 6 - Elenco dei comuni afferenti alla CER Val Tanaro.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabella 7 - Consumo su base mensile e relativa copertura.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabella 8 - Emissioni evitate su base annua e ventennale.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabella 9 - TEP risparmiate su base annua e ventennale.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabella 10 - Elenco dei comuni afferenti alla CER Val Tanaro aderenti al bando Green Community.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabella 11 - Consumo su base mensile e relativa copertura</i>	<i>101</i>
<i>Tabella 12 - Consumo su base mensile e relativa copertura.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabella 13 - Autoconsumo ed energia condivisa nella CER su base mensile.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabella 14 - Incentivi energia condivisa su base mensile.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabella 15 - Emissioni evitate su base annuale e ventennale.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabella 16 - TEP risparmiate su base annua e ventennale</i>	<i>106</i>

Bibliografia e sitografia

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), «Climate Change 2021: The Physical Science Basis,» 2021.

[2] International Energy Agency (IEA), «Global Energy Review: CO2 Emissions in 2020,» 2021.

[3] European Renewable Energies Federation (EREF), «PV prosumer guidelines for eight EU member states,» 2019.

[4] Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), Memoria dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente in merito all'affare sul sostegno alle attività produttive mediante l'impiego di sistemi di generazione accumulo e autoconsumo di energia elettrica, (atto N.59), 2019.

[5] R. Luthander, J. Widén, D. Nilsson and J. Palm, «Photovoltaic self-consumption in buildings: A review,» 15 marzo 2015.

[6] M. Valenti (Responsabile Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche ENEA) e G. Graditi (Direttore del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili ENEA), «Le Smart Grid per un futuro energetico sostenibile e sicuro,» 2020.

[7] E. Ghiani, G. Celli, G. Pisano e F. Pilo, Report R2.2 del Progetto di ricerca: SmartPolyGen Sviluppo di microreti polienergetiche intelligenti, «Dimensionamento ottimale e gestione di una Microrete Intelligente per autoconsumo prevalente,» 2020.

[8] DIRETTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 21.12.2018 – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844>.

[9] DIRETTIVA (UE) 2019/944 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 giugno 2019 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 14/6/2019 – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944>.

[10] COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, «Il Green Deal europeo,» 2020 – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>.

- [11] Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (OIPE), «Rapporto OIPE sullo stato della povertà energetica in Italia,» 2019 – URL: <http://oipeosservatorio.it/elementor-196/>.
- [12] Department of Energy & Climate Change, «Energy community call for evidence,» 2013.
- [13] Department of Energy and Climate Change, «Community Energy Strategy,»2014.
- [14] D. Chiarioni, F. Frattini, Energy & Strategy Group, «Smart Grid Report. Le prospettive di sviluppo delle Energy Community in Italia,» 2014.
- [15] C.Romero-Rubio and J.R. de Andrés Díaz (Energy Policy) , «Sustainable energy communities: a study contrasting Spain and Germany.,» 2015.
- [16] LEGAMBIENTE, «Comuni rinnovabili 2017,» 2017 – URL: https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/comuni_rinnovabili_2017.pdf
- [17] E. M. Gui and MacGuill, «Typology of future clean energy communities: an exploratory structure, opportunities and challenges. Energy research & social science,» 2018.
- [18] H. Karunathilake, K. Hewage, W. Mérida, and R. Sadiq, «Renewable energy selection for “net-zero energy communities”: Life cycle based decision making under uncertainty,» Renewable Energy, 2019.
- [19] G. Angrisani, M. Canelli, A. Rosato, C. Roselli, M. Sasso and S. Sibilio, «Load sharing with a local thermal network fed by a microcogenerator: Thermo-economic optimization by means of dynamic simulations.,» 2014.
- [20] G. Angrisani, M. Canelli, C. Roselli and M. Sasso, «Microcogeneration in buildings with low energy demand in load sharing application,» 2015.
- [21] C. Plaza, F. Chezelles, J. Gil and K.A. Strang, «Distributed solar self-consumption and blockchain. Solar energy exchanges on the public grid within an energy community.,» 2018.
- [22] F. Ceglia, E. Marrasso, C. Roselli and M. Sasso, «Ceglia, F.; Marrasso, E.; Roselli, C.; Sasso, M. Small Renewable Energy Community: The Role of Energy and Environmental Indicators for Power Grid. Sustainability,» 2021.

[23] J. Liu, X. Chen, H. Yang and K. Shan, « Hybrid renewable energy applications in zero-energy buildings and communities integrating battery and hydrogen vehicle storage,» 2021.

[24] Studio Elemens per Legambiente, «Il contributo delle Comunità Energetiche alla decarbonizzazione: Modelli attuali e futuri, stime di potenziale e pillole di benefici,» 2 dicembre 2020.

[25] «Accordo di Parigi,» Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, vol. 59 n. 282, 19 ottobre 2016 – URL: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-actionclimate-change/climate-negotiations/paris-agreement_it.

[26] The European Commission, «Clean Energy for all europeans Package,» 2016 – URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-alleuropeans-package_en.

[27] DECRETO-LEGGE 30 dicembre 2019, n. 162, «Disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica,» aggiornato al 28/03/2022 – URL: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legge:2019-12-30;162>.

[28] Legge 28 febbraio 2020, n. 8, «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2019, n. 162, recante disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica.».

[29] Delibera ARERA 318/2020/R/eel, «Regolazione delle partite economiche relative all'energia elettrica condivisa da un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente in edifici e condomini oppure condivisa in una.».

[30] DCO ARERA 112/2020/R/eel, «Orientamenti per la regolazione delle partite economiche relative all'energia elettrica oggetto di autoconsumo collettivo o di condivisione nell'ambito di comunità di energia rinnovabile.».

[31] DossierRSE, «Gli schemi di Autoconsumo Collettivo e le Comunità dell'Energia,» 2020 – URL: <https://dossierse.it/17-2020-gli-schemi-di-autoconsumo-collettivo-ele-comunita-dellenergia/>.

[32] DECRETO MISE 16 settembre 2020, «Individuazione della tariffa incentivante per la remunerazione degli impianti a fonti rinnovabili inseriti nelle configurazioni sperimentali di autoconsumo collettivo e comunità energetiche rinnovabili,» – URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/11/16/20A06224/sg>.

[33] Gestore dei Servizi Energetici (GSE), «Regole tecniche per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa,» 22 dicembre 2020 - URL: <https://www.gse.it/servizi-per-te/autoconsumo/gruppi-di-autoconsumatorie-comunita-di-energia-rinnovabile/documenti>.

[34] Studio Elemens per Legambiente, Enel Foundation Knowledge Partner, «Le comunità energetiche come motore di innovazione e resilienza del sistema energetico,» luglio 2021.

[35] DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199, «Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.» - URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/30/21G00214/sg>.

[36] Orientamenti in materia di configurazioni per l'autoconsumo previste dal decreto legislativo 199/2021 e dal decreto legislativo 210/2021, ARERA.

[37] CER Magliano Alpi. Chi siamo. url: <https://cermaglianoalpi.it/index.php/chisiamo/>.

[38] Legambiente. Comunità Rinnovabili. 2021.

[39] SolarEdge Designer | Strumento di progettazione gratuito di SolarEdge. url: <https://www.solaredge.com>

[40] Software Fotovoltaico | Solarius-PV | ACCA. url: <https://www.acca.it>

[41] Recon.enea. url: <https://recon.smartenergycommunity.enea.it>

[42] Gruppo Professione Energia. Autoconsumo collettivo e comunità dell'energia-Manuale operativo. 2021.

[43] Manifestazione d'interesse del Comune di Magliano Alpi (CN). url: <http://www.comune.maglianoalpi.cn.it/Home/DettaglioNews?IDNews=146872>

[44] Avviso pubblico per la presentazione di Proposte di intervento per la realizzazione di piani di sviluppo di Green Communities da finanziare nell'ambito del PNRR, Missione 2 – Rivoluzione verde e Transizione ecologica, Componente 1 – Economia circolare e agricoltura sostenibile (M2C1), Investimento 3.2 Green Communities, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie.