

Comunità Energetiche: laboratori energetici e di sviluppo economico nelle valli del tortonese

Just Accepted: April 28, 2023 Published: October 31, 2023

RICERCA
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Alessandra Battisti, <https://orcid.org/0000-0002-3288-9321>

Marco Antonini, <https://orcid.org/0000-0002-8012-7516>

Angela Calvano, <https://orcid.org/0000-0001-6387-0335>

Andrea Canducci, <https://orcid.org/0000-0002-5825-0331>

Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, Italia

alessandra.battisti@uniroma1.it

marco.antonini@uniroma1.it

angela.calvano@uniroma1.it

andrea.canducci@uniroma1.it

Abstract. *Clean Energy for All Europeans, Green Deal e Fit for 55* a livello europeo e il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima hanno individuato ineludibili obiettivi di decarbonizzazione raggiungibili grazie all'allargamento della platea di attori coinvolti e alla capacità di innovare in termini di evoluzione di prodotti/servizi e processi produttivi. In questo senso le tecnologie di produzione energetica decentrata insieme alle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) e alle iniziative dal basso rivestono un ruolo strategico nella costituzione di sistemi energetici locali. Obiettivo del paper è illustrare questi dinamismi all'interno del sistema territoriale e quali siano le caratteristiche delle iniziative locali e delle CER come mezzi di transizione energetica e di sviluppo economico.

Parole chiave: Transizione Energetica; Sistemi Energetici Locali; *Community Empowerment*; Decarbonizzazione; Prosumer.

Introduzione e background di ricerca

Nel dicembre 2019 la Commissione Europea ha approvato il *Green Deal Europeo* che definisce un insieme di misure in risposta alle sfide imposte dai cambiamenti climatici e sociali attuali, che si reificano in strategie di crescita per costruire un futuro più giusto, sano e sostenibile per le generazioni future, efficiente sotto il profilo delle risorse ed economicamente competitivo, con la prospettiva di rendere il continente climaticamente neutro entro il 2050 (IEA, 2021). Tra le iniziative incluse nel piano, in particolare il pacchetto *Fit for 55* mira a tradurre la normativa in proposte concrete, rivedendo l'apparato legislativo in materia di clima, energia e trasporti e allineando l'Unione Europea agli obiettivi climatici di riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990 (EC, 2018). Le opportunità derivanti da questo nuovo assetto normativo permettono di intravedere un quadro di sviluppo

Nel dicembre 2019 la Commissione Europea ha approvato il *Green Deal Europeo* che definisce

Energy Communities:
energy and economic
development
laboratories in the
Tortona valleys

Abstract. *Clean Energy for All Europeans, Green Deal and Fit for 55* at European level and the *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* have identified essential decarbonisation goals that are achievable by broadening the audience of actors involved and the ability to innovate in terms of the evolution of products/services and production processes. In this sense, decentralised energy production technologies together with Renewable Energy Communities (RECs) and bottom-up initiatives play a strategic role in the establishment of local energy systems. The objective of the paper is to illustrate these dynamisms within the territorial system, and the characteristics of local initiatives and RECs as means of energy transition and economic development.

Keywords: Energy Transition; Local Energy Systems; Community Empowerment; Decarbonisation; Prosumer.

community based del mercato energetico europeo che, rafforzato dal *Clean Energy for all Europeans Package*, introduce i consumatori attivi, in qualità di *prosumer*, in grado di partecipare in maniera consapevole e volontaria al mercato dell'energia. All'interno di questo percorso, infatti, l'accordo mette in atto, attraverso quadri giuridici adeguati, la diffusione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, valorizzando la filiera delle risorse locali, non solo energetiche, ma anche tutte quelle legate alle filiere produttive, fornendo benefici ambientali, economici e sociali a tutta la comunità insediata in un territorio (AIEE, 2021). In particolare le due direttive in esso contenuto EU 2018/2001, meglio conosciuta come RED II, e 2019/944 o IEM presentano un quadro legislativo (Tab.1) in grado di: regolare la partecipazione dei cittadini, introducendo definizioni specifiche per gli schemi di autoconsumo (anche collettivo) e per le comunità dell'energia; governare la mobilitazione del capitale privato; garantire, attraverso protocolli di accettazione, iniziative sperimentali di produzione energetica da fonti rinnovabili a scala locale (Becker *et al.*, 2017). In Italia, il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) traduce a livello nazionale l'esigenza europea di attuare una transizione energetica, fissando obiettivi in un orizzonte decennale, e, nel 2020, con l'obiettivo di introdurre a livello sperimentale i modelli delineati dalle due direttive europee, è stato attivato un percorso di recepimento parziale, anticipato dalla direttiva RED II, trasformandola in legislazione e ne sono stati definiti i meccanismi di incentivazione e di regolazione tariffaria per le

Introduction and research background

In December 2019, the EC approved the *European Green Deal*, which defines a set of measures in responding to the challenges imposed by current climate and social change. They are reified in growth strategies to build a fairer, healthier and more sustainable future for future generations that is resource efficient and economically competitive, with the perspective of making the continent climate neutral by 2050 (IEA, 2021). Among the initiatives included in the plan, in particular, the *Fit for 55* package aims to translate legislation into concrete proposals, revising the climate, energy and transport legislative framework, and aligning the EU with climate targets of reducing net greenhouse gas emissions by at least 55 percent by 2030, compared to 1990 levels (EC, 2018). The

opportunities arising from this new regulatory framework allow to glimpse a framework for *community-based* development of the European energy market that, reinforced by the *Clean Energy for all Europeans Package*, introduces active consumers, as *prosumers*, able to participate consciously and voluntarily in the energy market. Within this path, in fact, the agreement puts in place, through appropriate legal frameworks, the deployment of plants powered by renewable energy sources, enhancing the local resource chain, not only the one concerning energy, but also all those related to production chains, providing environmental, economic and social benefits to the entire community settled in a territory (AIEE, 2021). In particular, the two directives contained in it, precisely EU 2018/2001, better known as RED II, and 2019/944 or IEM, present

Tab.01 | Recepimento delle direttive rinnovabili (RED II) e mercato (IEM): Comunità Energetica Rinnovabile (CER) e Comunità Energetica dei Cittadini (CEC). Fonte dei dati: *Le Comunità Energetiche in Italia*, Ricerca Sistema Energetico (RSE)
Transposition of renewable (RED II) and market (IEM) directives: Renewable Energy Community (REC) and Citizens' Energy Community (CEC). Data Source: Le Comunità Energetiche in Italia, Ricerca Sistema Energetico (RSE)

Tab.01 |

Topics	RED II (Dlgs 199/2021)	IEM (Dlgs 210/2021)
Participation and control	The REC is a subject of autonomous law. The exercise of supervisory powers is exercised by individuals, small and medium-sized enterprises, territorial entities and local governments, research and training, third sector and environmental protection entities.	The CEC is a legal subject, with or without legal status, founded on the voluntary participation of individuals, local governments, research and training organizations, the third sector and environmental protection.
Targets	The REC aims to provide community-based environmental, economic, or social benefits to its members or the local areas in which the community operates, not to make financial profits.	The CEC's main purpose is to provide environmental, economic or social benefits to its members or the area in which it operates, rather than to pursue financial profits.
Fields of activity	The REC may produce other forms of energy from renewable sources for the use of members and may promote energy efficiency interventions.	The CEC can participate in energy generation, distribution, supply, consumption and storage, energy efficiency services.

comunità dell'energia rinnovabile, così come gli schemi di autoconsumo collettivo. Operazione che ha permesso di sperimentare le prime Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) italiane, con alcuni limiti dettati da una serie di vincoli legati alla potenza massima installabile e alla prossimità degli impianti rispetto ai punti di prelievo detenuti dai consumatori.

Le Comunità Energetiche Rinnovabili in Italia

Le opportunità derivanti dall'evoluzione normativa e tecnologica in atto consentono a cittadini, piccole e medie imprese (PMI) ed enti pubblici di ridefinire il loro ruolo nel settore energetico. Alla luce di queste dinamiche, le CER – insieme di clienti finali che localmente si aggregano attraverso una forma giuridica da concordare per generare benefici economici, ambientali e sociali derivanti *in primis* dalla condivisione dell'energia elettrica prodotta da impianti a fonte rinnovabile a loro disposizione – si presentano come forme energetiche innovative, basate su un sistema decentrato di scambio a livello locale (ENEA, 2021). Tale soluzione consente alle comunità di massimizzare i propri consumi, diminuire i

costi di trasporto e gli oneri di sistema, non sovraccaricare la rete elettrica nazionale e ridurre le dispersioni per il trasporto di energia negli elettrodotti (ARERA, 2020). In Italia, l'introduzione di questo modello organizzativo energetico è stata formalmente avviata con la Legge n.8/2020, che recepisce la Direttiva Europea RED II (2018/2001/UE). Ad oggi, le CER attive¹ sono di carattere sperimentale, di taglia media e flessibili secondo soggetti coinvolti e configurazione (Talli *et al.*, 2023). Tali sperimentazioni in ambito nazionale hanno messo in luce col tempo elementi di criticità, dimostrando anche che la complessità e la mutevolezza del quadro normativo di riferimento influisce sulla diffusione su larga scala (RSE and Luiss Business School, 2021).

Da normativa, le CER sono definite come soggetto giuridico basato sulla volontaria adesione, dove i soggetti membri collaborano con l'obiettivo di produrre, consumare e gestire l'energia derivante da un impianto di produzione da fonti rinnovabili. I rapporti di condivisione tra i soggetti coinvolti, pubblici e/o privati, sono regolati per mezzo di un contratto di diritto privato e nello specifico, ogni soggetto, dotato di un proprio impianto

a legislative framework (Tab.1) that can: regulate citizen participation by introducing specific definitions for self-consumption schemes (including collective) and energy communities; govern the mobilisation of private capital; and ensure, through acceptance protocols, experimental renewable energy production initiatives at the local scale (Becker *et al.*, 2017). In Italy, the *Piano Nazionale Integrato Energia e Clima* (PNIEC) translates at the national level the European need to implement an energy transition, setting targets over a 10-year horizon. In 2020, with the aim of introducing at the experimental level the models outlined by the two European directives, a partial transposition path was activated, anticipated by the RED II directive, transforming it into legislation and defining its incentive and tariff regulation mechanisms for Renewable Energy

Communities, as well as collective self-consumption schemes. The operation allowed to experiment the first Italian Renewable Energy Communities (REC), with some limits determined by a series of constraints related to the maximum power that can be installed and the proximity of the systems to the pick-up points held by consumers.

Renewable Energy Communities in Italy

Opportunities derived from the ongoing regulatory and technological developments enable citizens, small and medium-sized enterprises (SMEs) and public entities to redefine their role in the energy sector. In light of these dynamics, RECs – a set of final customers that locally aggregate through a legal form to be agreed upon in order to generate economic, environmental and social benefits arising primarily

from sharing the electricity produced by renewable source plants at their disposal – are presented as innovative forms of energy, based on a decentralised system of exchange at the local level (ENEA, 2021). This solution allows communities to maximise their consumption, decrease transportation costs and system charges, not overload the national power grid, and reduce energy transport losses in power lines (ARERA, 2020). In Italy, the introduction of this organisational model for energy was formally initiated with Law no. 8/2020, which transposes the European RED II Directive (2018/2001/EU). To date, active RECs¹ are experimental, medium-sized and flexible according to stakeholders and configuration (Talli *et al.*, 2023). These experiments in the national context have revealed critical elements over time, also showing that the complexity and

changeability of the regulatory reference framework affects large-scale diffusion (RSE and Luiss Business School, 2021).

From legislation, RECs are defined as a legal entity based on voluntary membership, where member entities cooperate with the aim of producing, consuming and managing energy, resulting from a renewable energy production system. The sharing-based relationships between the entities involved, public and/or private, are regulated by means of a private law contract and, specifically, each entity, equipped with its own renewable energy production system for self-consumption, the *prosumer*, sells its excess energy to the other entities belonging to the REC, including those who do not own a plant, the *consumer*, through the infrastructure that connects them (Barrocco *et al.*, 2020) (Fig. 1).

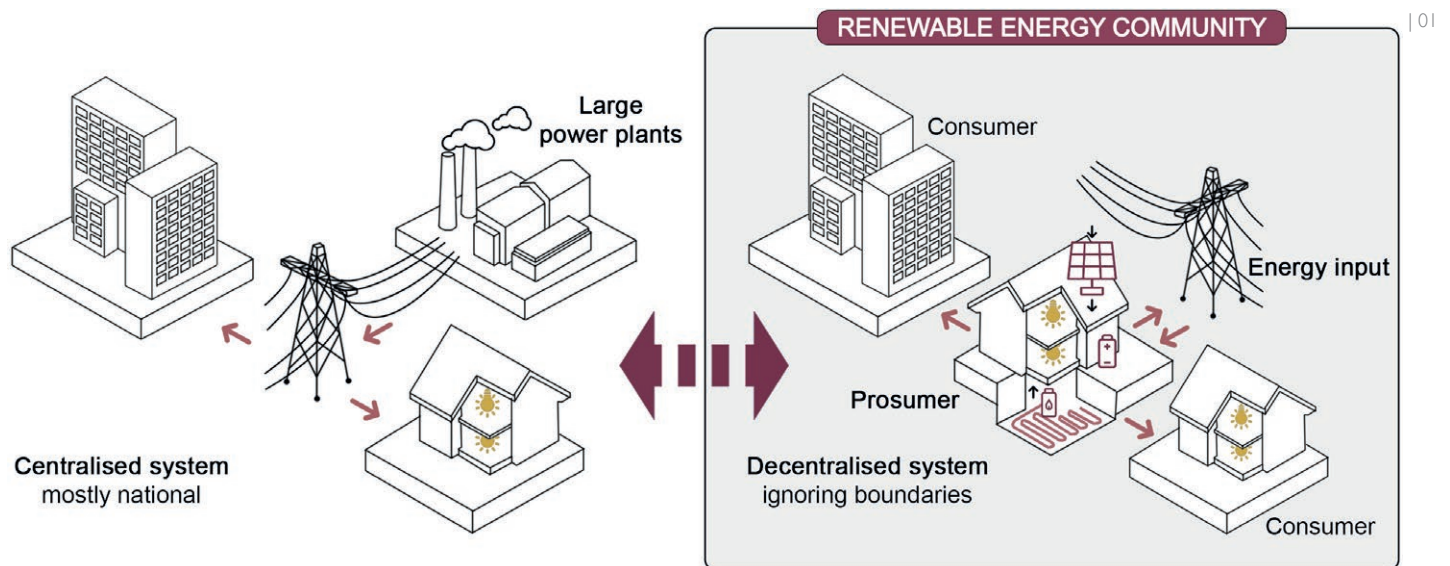
di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili per l'autoconsumo, il *prosumer*, cede la parte di energia in eccesso agli altri soggetti appartenenti alla CER, includendo anche coloro che non sono in possesso di un impianto, il *consumer*, mediante l'infrastruttura che li collega (Barrocco *et al.*, 2020) (Fig. 1).

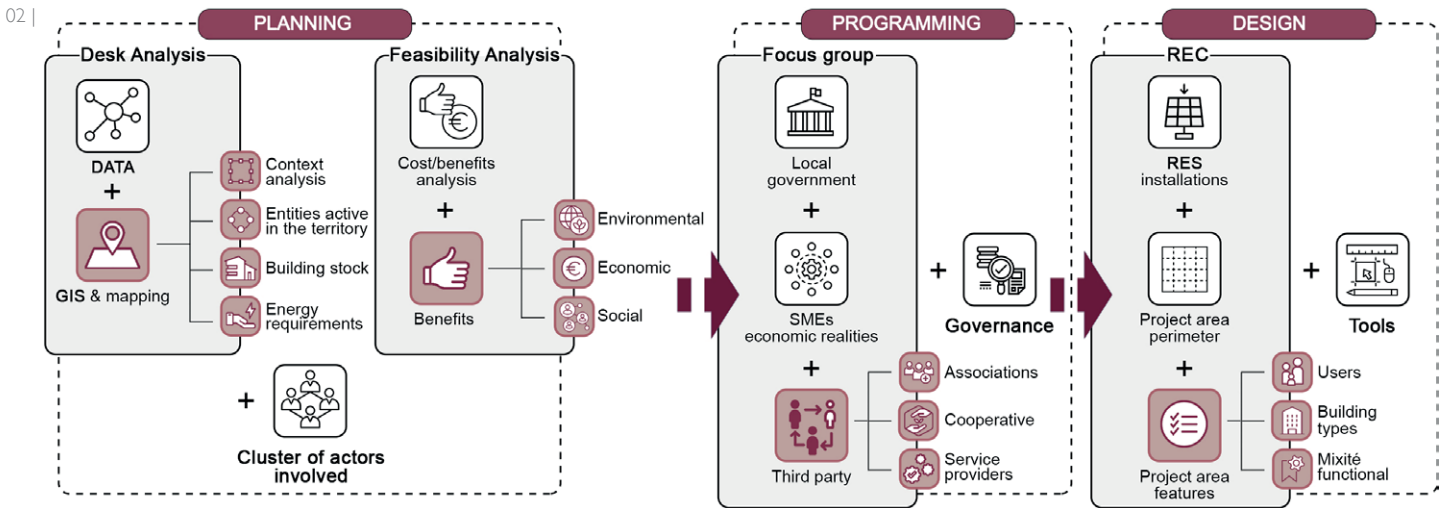
A partire dal D. Lgs. 199/2021, viene superato il precedente limite dimensionale – immissione e prelievo di energia dalla cabina secondaria di media/bassa tensione – previsto per le Comunità Energetiche Rinnovabili, introducendo impianti di potenza complessiva non superiore a 1MW, connessi alla rete elettrica attraverso la stessa cabina primaria. Inoltre, viene consentito l'utilizzo di impianti FER già esistenti per un massimo del 30% di potenza complessiva, estendendo quindi la platea di possibili attori da coinvolgere. Questa estensione del perimetro delle CER, ovvero il passaggio dalla cabina secondaria alla cabina primaria, consente il superamento di un perimetro infra-comunale, raggiungendo la dimensione sovracomunale e quindi proietta tutto il processo in una dimensione di rete territoriale, dove la produzione di energia così diffusa sul territorio costituisce il pretesto affinché si crei senso di comunità e coesione sociale, e permette una presa di consapevolezza estesa e comunicata sui temi del risparmio energetico, produzione e condivisione di energia da fonte rinnovabile (JRC – European Commission, 2020). Infine, la produzione energetica decentrata prevede per sua natura la costruzione di una messa in rete tangibile e intangibile tra gli abitanti, che si traduce in una potenziale generazione di innovativi modelli socioeconomici circolari e riduzione di dipendenza energetica dal sistema elettrico nazionale (Billi and Tricarico, 2021).

Sperimentazione progettuale nelle valli del tortonese

L'articolo illustra la metodologia adottata per costruire, attraverso attività di ricerca sperimentale sul territorio, una CER che si contraddistingue per un approccio di ricerca prevalentemente "olistico" e "multidisciplinare" che mette in campo, oltre che l'architettura, la tecnologia e la pianificazione, le scienze ingegneristiche dall'ingegneria energetica a quella elettronica, quelle scienze sociali, dalla sociologia, all'antropologia, alla geografia umana.

Il caso studio proposto, collocato nel territorio delle valli del tortonese in Piemonte, con un focus particolare sulla città di Tortona, costituisce un modello paradigmatico che al suo interno è in grado di sintetizzare i parametri e gli indicatori quali-quantitativi di un approccio scientifico e culturale finalizzato alla comprensione dettagliata di criticità e potenzialità del contesto, del patrimonio e degli attori che lo compongono, dei meccanismi e delle interazioni sociali soggiacenti, col fine ultimo di sviluppare un processo metodologico replicabile in contesti territoriali geograficamente marginali con caratteristiche simili (aree rurali interne), e con lo scopo di fornire *tool* utili e concreti dedicati agli operatori del settore – professionisti e enti pubblici – finalizzati alla realizzazione di CER. Il progetto è inquadrato nella più ampia ricerca, condotta all'interno del dipartimento di afferenza degli autori, volta alla definizione di strategie finalizzate alla rigenerazione del Basso Piemonte. La metodologia di ricerca è stata articolata su tre fasi: *Pianificazione, Programmazione e Governance e Progettazione* (Fig. 2).





Fase 1 Pianificazione

Questa prima fase di ricerca è stata condotta attraverso una *desk analysis* con intenti di ricognizione conoscitiva e di studio attento del territorio addentrando le analisi nella specificità del luogo con l'obiettivo di mappare e catalogare in maniera ragionata i dati antropici, biofisici, energetici, sociali e culturali, finalizzati ad uno sviluppo di un'analisi costi/benefici (analisi preliminare di fattibilità), all'individuazione dei benefici ambientali, economici e sociali attesi dalla comunità, definizione dell'assetto giuridico, identificazione dei cluster degli attori da coinvolgere e descrizione dei singoli ruoli all'interno delle CER. In questo quadro logico sono stati raccolti e mappati attraverso GIS (*Geographic Information System*) dati di:

- contesto socioeconomico e demografico finalizzati all'identificazione delle caratteristiche distintive della comunità, attraverso lo studio dei dati statici, provenienti da fonti come ISTAT, banche dati e amministrazioni locali, sommi-

nistrazione di questionari e all'individuazione delle prime macroaree di interesse, successivamente esplorate in dettaglio in fase di progettazione;

- macrosistemi ambientali (Fig. 3), storico-insediativi, servizi e mobilità (Fig. 4), finalizzati ad avere una visione integrata e comprendere le peculiarità del contesto in cui l'iniziativa si inserisce;
- realtà attive sul territorio come associazioni, cooperative, imprese economiche e sociali, attori delle reti di condivisione che rappresentano i presidi attivi e di rafforzamento della collettività;
- esigenze energetiche e consumi degli utenti interessati, finalizzati alla definizione di un modello energetico basato su fonti energetiche rinnovabili gestite attraverso sistemi digitali di intelligenza artificiale (IA), e alla messa a punto di modelli di *sharing economy*;
- patrimonio edilizio pubblico e privato presente nell'area

As of Legislative Decree 199/2021, the previous size limit – input and output of energy from the secondary medium/low-voltage substation – provided for Renewable Energy Communities is exceeded, introducing plants with a total capacity not exceeding 1MW, connected to the electricity grid through the same primary substation. In addition, the use of existing RES plants is allowed for a maximum of 30 percent of total power, thus extending the range of possible actors to be involved. This extension of the perimeter of the RECs, i.e., the shift from the secondary cabin to the primary cabin, allows to overcome an infra-municipal perimeter, reaching the supra-municipal dimension and thus projecting the whole process into a territorial network dimension, where the energy production thus covering the territory is the pretext to create a sense of community

and social cohesion. It allows for extended and communicated awareness of the issues of energy saving, production and sharing of energy from renewable sources (JRC – European Commission, 2020). Finally, decentralised energy production inherently involves the construction of tangible and intangible networking among inhabitants, which results in the potential generation of innovative circular socioeconomic models and reduction of energy dependence on the national electricity system (Billi and Tricarico, 2021).

Design experimentation in the Tortona valleys

The aim of this article is to illustrate the methodology adopted to build, through experimental research activities on the territory, a REC that is characterised by a predominantly “ho-

listic” and “multidisciplinary” research approach, which brings into play, in addition to architecture, technology and planning, engineering sciences from energy engineering to electronics, and social sciences, from sociology, anthropology, and human geography. The proposed case study is located in the territory of the Tortona valleys in Piedmont, with particular focus on the city of Tortona. It is intended to be a paradigmatic case study that, at its core, is able to summarise the parameters and qualitative-quantitative indicators of a scientific and cultural approach designed to understand in detail both criticalities and potential of the context, heritage and actors that compose it, of mechanisms and underlying social interactions. The final purpose is to develop a methodological process that can be replicated in geographically marginal territorial

contexts with similar characteristics (inner rural areas), and with the purpose of providing useful and concrete tools dedicated to operators in the field – professionals and public entities – aimed at the implementation of REC. The project is part of the larger research, conducted within the authors' department of affiliation, focused on defining strategies aimed at the regeneration of Lower Piedmont. The research methodology consisted of three phases: *Planning*, *Programming*, *Governance* and *Design* (Fig. 2).

Phase 1 Planning

This first phase of research was conducted through a *desk analysis* as a cognitive reconnaissance and careful study of the area by deepening the analysis into site specificity with the aim of mapping and cataloguing, in a reasoned manner, anthropic, biophys-



ENVIRONMENTAL SYSTEM

Natural types

- Pasture land
- Woodland and meadows
- Glaciers e screes
- Protected natural areas
- Cultivated areas of the plain
- Cultivated areas of hill or mountain

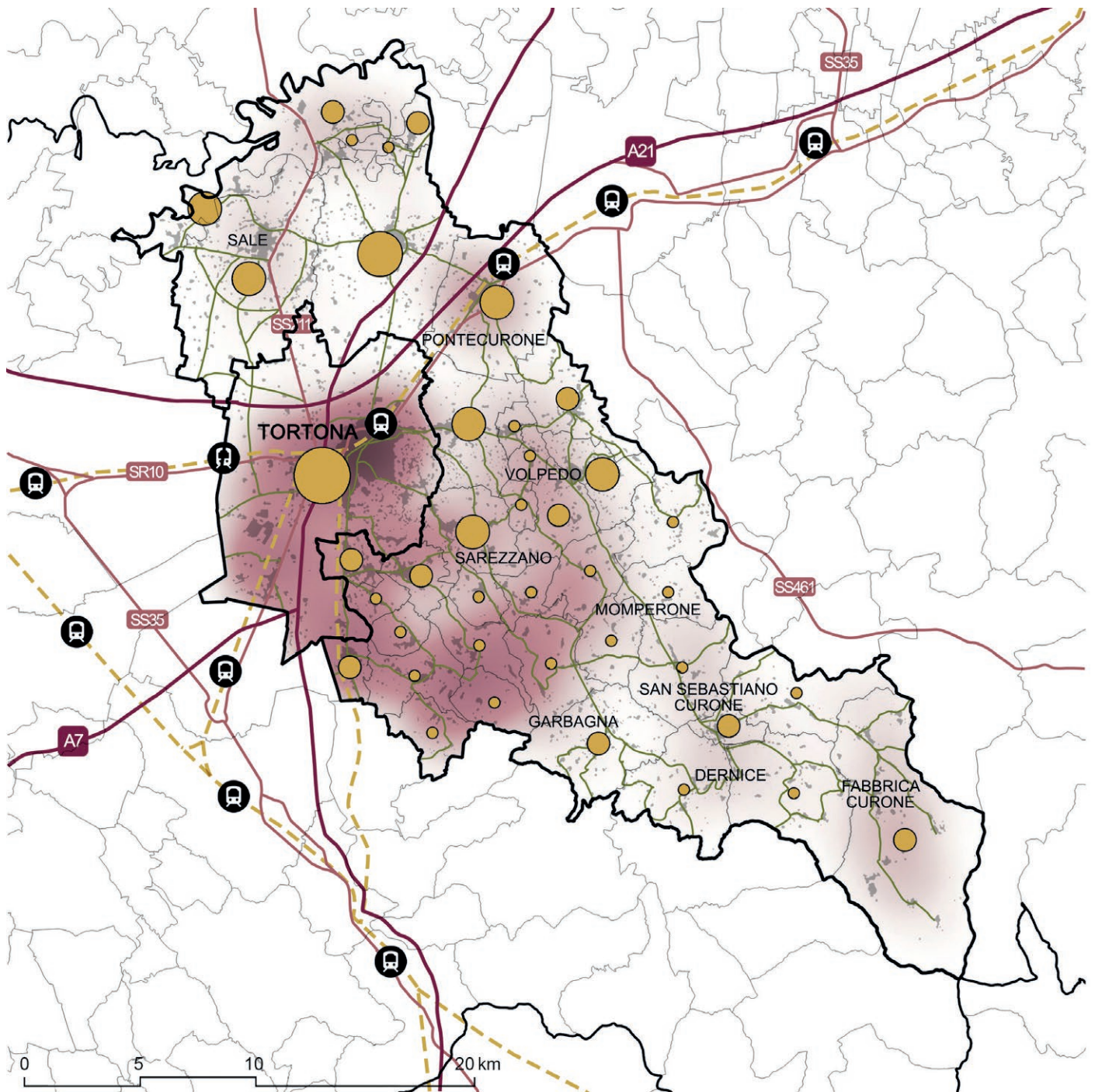
Hydrographic network

- Main rivers

Settlement morphology

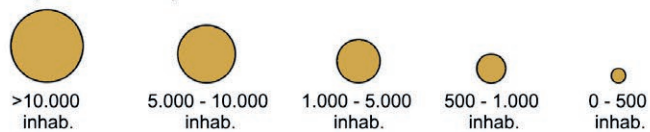
- Urban fabric

04 |



SETTLEMENT SYSTEM

Population density



Density of the built



MOBILITY SYSTEM

Infrastructure



del caso studio, finalizzati alla quantificazione delle superfici suscettive di implementazioni di dispositivi di produzione di energia da fonti rinnovabili.

In questa fase sono stati inoltre individuati i primi cluster di attori interessati.

Fase 2 Programmazione e Governance

In questa seconda fase sono stati analizzati i processi di formalizzazione ed *engagement* delle comunità locali (Lennon *et al.*, 2023), secondo modelli di tipo *top down* e *bottom up*, specializzando la metodologia di ricerca su aspetti e parametri di tipo qualitativo.

La scelta del primo strumento di ricerca qualitativa, utilizzato per le attività di approfondimento analitico, è ricaduta sull'uso dei *focus group*, infatti, identificati i *cluster* degli attori da coinvolgere e i rispettivi ruoli, sono stati attivati momenti di progettazione partecipata e, attraverso la tecnica di *focus group*, che ha previsto l'invito di gruppi di persone, si è attuata una discussione di carattere aperto e interattivo attorno al tema della Comunità Energetica, finalizzata alla definizione di un modello di produzione e distribuzione dell'energia e all'elaborazione del progetto di fattibilità economica.

Il gruppo di ricerca ha organizzato nel corso dello svolgimento della ricerca tre distinti *focus group*, suddivisi in diverse categorie di *stakeholders*:

- Un primo *focus group*, finalizzato a interagire con figure provenienti dalle amministrazioni pubbliche, in cui il *team* universitario ha fatto da regia tra gli accordi di messa a rete tra gli amministratori locali dei Comuni delle valli

cal, energy, social and cultural data to develop a cost-benefit analysis (preliminary feasibility analysis), identify the environmental, economic and social benefits expected by the community, define the legal framework, identify the clusters of actors to be involved, and describe individual roles within the RECs.

Within this logical framework, data were collected and mapped through GIS (Geographic Information System) from:

- socio-economic and demographic context aimed at identifying the distinctive characteristics of the community by studying static data from sources such as ISTAT, databases and local government, administration of questionnaires and the identification of initial macro-areas of interest, later explored in detail in the design phase;
- environmental (Fig. 3), historical-

settlement, services and mobility (Fig. 4) macrosystems, aimed at having an integrated view and understanding the peculiarities of the context in which the initiative fits;

- active realities in the area such as associations, cooperatives, economic and social enterprises, actors in the sharing networks that represent active presidiums, which strengthen the community;
- energy needs and consumption of relevant users, aimed at defining an energy model based on renewable energy sources managed through artificial intelligence (AI) digital systems, and at developing *sharing economy* models;
- public and private building stock in the case study area, aimed at quantifying the areas susceptible to implementation of renewable energy production devices.

del tortonese al fine di costituire una CER territoriale individuando le risorse economiche e definendo il modello organizzativo-giuridico, il piano economico finanziario, le regole di riparto dei proventi, le azioni di comunicazione e promozione sul territorio;

- Un secondo *focus group*, dedicato al confronto tra attori privati, PMI e realtà presenti nel territorio e associazioni dal mondo imprenditoriale quali possibili aggregatori economici, in grado di evidenziare opportunità e criticità del progetto e assegnare risorse economiche per le successive fasi di programmazione-progettazione;
- Un terzo *focus group*, focalizzato sull'associazionismo e sulle cooperative, terze parti atte a garantire il coinvolgimento attivo degli abitanti, e i fornitori di servizi per l'installazione e la manutenzione degli impianti FER e per la gestione e il monitoraggio della comunità (Nielesen *et al.*, 2018). È stato così possibile definire un modello organizzativo identificando attori e ruoli – *prosumer*, *consumer* o produttore esterno – all'interno e all'esterno delle CER, effettuando la verifica che i soggetti interessati insistessero sulla stessa cabina primaria di trasformazione dell'energia elettrica², come previsto da normativa.

Il confronto con diverse categorie di *stakeholder* (Fig. 5) ha permesso di raccogliere punti di vista preziosi per le successive attività di strutturazione di una *governance* locale a responsabilità diretta, basata su un insieme di principi, regole e procedure condivise tra i partecipanti ai diversi *focus group* e che riguardano il governo e la gestione della comunità attraverso l'autogestione e la condivisione di dati e risorse, la gestione amministrativa dei

At this phase, the first clusters of stakeholders were also identified.

Phase 2 Programming and Governance

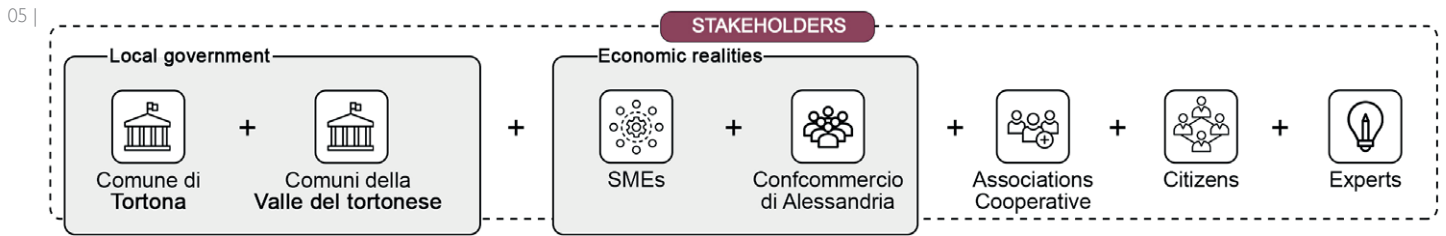
This second phase analysed the processes of formalisation and *engagement* of local communities (Lennon *et al.*, 2023) according to *top down* and *bottom up* models, refining the research methodology on qualitative aspects and parameters.

The choice of the first qualitative research tool, used for in-depth analytical activities, fell on the use of *focus groups*. In fact, after identifying the *clusters* of actors to be involved and their respective roles, moments of participatory planning were activated, and through the technique of *focus groups*, which involved inviting groups of people, there was an open and interactive discussion around the theme of the Energy Community to define an

energy production and distribution model, and develop the economic feasibility project.

The group organised three separate *focus groups* during the research, divided into different categories of stakeholders:

- A first *focus group* aimed at interacting with figures from public administrations in which the university team guided the networking agreements between local administrators of the municipalities of the Tortona valleys in order to establish a territorial REC identifying the economic resources and defining the organisational-legal model, the financial-economic plan, the rules of revenue sharing, communication and promotion actions in the area;
- A second *focus group* was dedicated to comparing private actors, SMEs and organisations present in the area and associations from the busi-



soggetti partecipanti, quella finanziaria con definizione delle regole interne di riparto dei proventi, quella tecnica per la progettazione e manutenzione degli impianti e quella energetica³.

Fase 3 Progettazione

In questa fase la ricerca ha assunto un carattere operativo attraverso la perimetrazione dell'area di intervento con l'intento chiaro di identificare la CER, oggetto di sperimentazione, in un'area a nord della città di Tortona, al di fuori del centro storico. Un'area caratterizzata da: utenti di diverse fasce d'età e condizioni socioeconomiche; un'architettura contraddistinta da diverse tipologie edilizie con superfici suscettive per l'installazione di impianti fotovoltaici; *mixité* funzionale, rappresentato da numerosi edifici di edilizia residenziale pubblica e privata, plessi scolastici di competenza comunale, grandi complessi produttivi e commerciali, e superfici pubbliche destinate a parcheggio.

Il progetto proposto prevede la produzione totale di 2225 kW di nuova potenza generata da 10475 pannelli fotovoltaici a servizio di 741 famiglie, attraverso la realizzazione di un impianto fotovoltaico di 160 kW al di sopra della copertura di un centro commerciale e altri impianti sulle superfici dei restanti edifici interessati, si aggiunge a questi anche un impianto geotermico per il riscaldamento, il raffrescamento e la produzione di acqua calda sanitaria (Fig. 6). Gli utili derivanti dai meccanismi incentivanti saranno messi a disposizione della collettività e per-

metteranno la costruzione di servizi integrativi di densificazione urbana e la realizzazione degli interventi di riqualificazione degli spazi pubblici all'aperto previsti dal progetto.

Sono state predisposte anche piattaforme per l'analisi dei flussi energetici (produzione, stoccaggio e consumo), utili a garantire la flessibilità dell'energia all'interno delle comunità e consentire ai membri di monitorare i propri consumi e produzione.

Risultati e possibili sviluppi futuri

La domanda energetica e i flussi derivanti da fonti di produzione di energia hanno sempre caratterizzato l'ambiente costruito nella sua evoluzione storica, richiedendo sempre di più nuove soluzioni progettuali e tecnologiche innovative. Ciascuna fase di crisi energetica implica un cambiamento sociale ed economico, una modificazione dell'organizzazione territoriale, oltre che aprire prospettive di ricerca su nuove modalità di produzione. Nel contesto attuale, lo sviluppo tecnologico per la produzione e la distribuzione di energia è visibilmente orientato alla ricerca di efficienza a livello locale e, con l'introduzione di tale parametro a base del progetto, lo spazio acquisisce caratteri e dinamiche sempre più complessi, in conseguenza alle relazioni esistenti tra le parti.

Il concetto di Comunità Energetiche Rinnovabili consente di ribaltare il pensiero comune relativo alla progettazione e alla responsabilità in materia energetica, attivando meccanismi partecipativi e considerando la capacità delle risorse locali di

La domanda energetica e i flussi derivanti da fonti di produzione di energia hanno sempre ca-

terizzato l'ambiente costruito nella sua evoluzione storica, richiedendo sempre di più nuove soluzioni progettuali e tecnologiche innovative. Ciascuna fase di crisi energetica implica un cambiamento sociale ed economico, una modificazione dell'organizzazione territoriale, oltre che aprire prospettive di ricerca su nuove modalità di produzione. Nel contesto attuale, lo sviluppo tecnologico per la produzione e la distribuzione di energia è visibilmente orientato alla ricerca di efficienza a livello locale e, con l'introduzione di tale parametro a base del progetto, lo spazio acquisisce caratteri e dinamiche sempre più complessi, in conseguenza alle relazioni esistenti tra le parti.

Il concetto di Comunità Energetiche Rinnovabili consente di ribaltare il pensiero comune relativo alla progettazione e alla responsabilità in materia energetica, attivando meccanismi partecipativi e considerando la capacità delle risorse locali di

ness world as possible economic aggregators that could highlight opportunities and criticalities of the project and allocate economic resources for the subsequent programming-planning phases;

- A third *focus group* studied associations, cooperatives and third parties to ensure the active involvement of residents and service providers for the installation and maintenance of RES systems, and for management and monitoring of the community (Nielesen *et al.*, 2018). It was thus possible to define an organisational model by identifying actors and roles – *prosumer*, *consumer* or external producer – both inside and outside the RECs, also verifying that the stakeholders insisted on the same primary electricity transformation², as required by regulations.

The comparison with different categories of *stakeholders* (Fig. 5) allowed to collect valuable points of view for the subsequent activities of structuring a directly accountable local *governance*, based on a set of principles, rules and procedures shared among participants in the different *focus groups*. They cover community governance and management through self-management, shared data and resources, administrative management of the participating entities, financial management with definition of internal rules for the allocation of income, and technical design and maintenance of systems and energy³.

Phase 3 Design

At this point the research assumed an operational character through the perimeter of the intervention area with the clear intention of identifying the

REC, the object of experimentation, in an area north of the city of Tortona, outside the historic city centre. An area characterised by: users of different age groups and socio-economic conditions; an architecture distinguished by different building types with surfaces susceptible to the installation of photovoltaic systems; functional *mixité*, represented by numerous public and private residential buildings, school buildings under municipal jurisdiction, large production and commercial complexes, and public areas used for parking.

The proposed project involves total production of 2225 kW of new power generated by 10475 photovoltaic panels to serve 741 households through the installation of a 160 kW photovoltaic plant above the roof of a shopping centre, and other systems on the surfaces of the remaining buildings

affected, besides a geothermal system for heating, cooling and domestic hot water production (Fig. 6). Profits from the incentive mechanisms will be made available to the community. They will enable the construction of integrative urban densification services, and implementation of the redevelopment of public open spaces envisioned by the project.

Platforms for the analysis of energy flows (production, storage, and consumption) have also been set up, which are useful for ensuring energy flexibility within communities, and for enabling members to monitor their consumption and production.

Results and possible future developments

Energy demand and flows from energy production sources have always characterised the built environment's

mobilitare ulteriori risorse. Per lo sviluppo di tali iniziative, la prossimità territoriale assume il ruolo di elemento cardine – secondo un approccio *place-based* – consentendo alle CER di innescare potenziali meccanismi di:

- *rigenerazione territoriale*, processo favorito dall'introduzione di servizi ad alto valore tecnologico-sociale e da un

efficace intreccio tra energia e innovazione digitale, coerentemente agli obiettivi del PNRR, a livello nazionale, e del *Next Generation EU*, a livello europeo;

- *sviluppo territoriale*, attraverso la messa a sistema di più CER, che superando la dimensione della singola unità, consente uno scambio di beni e conoscenze maggiore e a van-



taggio di tutti i cittadini, innescando un senso di fiducia e un'azione di collaborazione tra le parti, ampliando notevolmente la platea di attori coinvolti;

- *empowerment sociale*, mediante l'attivazione di processi di coinvolgimento dei diversi attori del sistema energetico e in particolare di quelli esclusi nell'attuale modello di produzione, trasformando i cittadini da passivi consumatori ad attivi e informati produttori all'interno delle dinamiche del mercato energetico. Risultato tangibile, oltre al rafforzamento del ruolo attivo di cittadino, è la crescita di consapevolezza e di competenza in tema energetico ambientale, e l'incremento della coesione sociale;
- *welfare*, il concetto di energia intesa come bene comune e accessibile a tutti focalizza l'attenzione su fasce vulnerabili e gruppi socialmente e/o geograficamente marginali. Le CER, in virtù degli effetti di riduzione del conto energetico e di redistribuzione dei benefici economici derivanti dagli incentivi, costituiscono potenti strumenti di mitigazione della povertà energetica.

Nel caso di comuni geograficamente marginali, infatti, le CER diventano strumento di gestione e cura del territorio, rafforzando la componente economica, politica, sociale e culturale favorendo lo sviluppo di territori policentrici a rete, attorno alla quale organizzare produzione e consumo di energia a livello territoriale. In questa architettura di rete, l'energia rinnovabile viene riletta come mezzo per dotare, in chiave sostenibile, il territorio di nuovi contenuti trasformativi esemplari e generare un insieme di elementi visibili/morfologici e invisibili/relazionali espressione del concetto *territorialità*.

historical evolution, increasingly requiring new innovative design and technological solutions. Each energy crisis phase implies social and economic change, a modification of spatial organisation, as well as opening up research perspectives on new modes of production. In the current context, technological development for energy production and distribution is visibly oriented toward the search for efficiency at the local level. Moreover, with the introduction of this parameter as the basis of design, space acquires increasingly complex characters and dynamics as a result of the existing relationships between the parties.

The concept of Renewable Energy Communities allows for the reversal of common thinking related to energy planning and responsibility, activating participatory mechanisms and considering the capacity of local resources to

mobilise additional resources. For the development of such initiatives, territorial proximity assumes the role of a key element – according to a *place-based* approach – allowing RECs to trigger potential mechanisms of:

- *territorial regeneration*, a process fostered by the introduction of services with a high technological-social value and effectively interwoven energy and digital innovation, consistent with the objectives of the *PNRR*, at the national level, and the *Next Generation EU*, at the European level;
- *territorial development*, by setting up of multiple RECs, which, by overcoming the size of the single unit, allows for a greater exchange of goods and knowledge, and benefits all citizens, triggering a sense of trust and collaborative action between the parties, considerably

In questa prospettiva, il ruolo che la Progettazione Tecnologica Ambientale assume non si limita ai soli aspetti formali, ma tiene conto anche delle possibili ricadute immateriali del progetto, soprattutto in connessione alle sfide dettate dai cambiamenti climatici, perseguendo principi di trasformazione ambientalmente sostenibile, alla base degli attuali modelli di *governance* del territorio.

Il recepimento delle direttive europee e l'esigenza di rispettare i vincoli contenuti, soprattutto in termini temporali, fanno della cultura tecnologica della progettazione una parte attiva nelle sfide ambientali-energetiche, economiche, digitali e sociali da affrontare attraverso approcci multidisciplinari e interscalari. Al contempo forti limiti di natura giuridica, che necessitano di soluzioni di tipo politico nazionale, al momento impediscono alla figura dell'architetto tecnologo di assumere a pieno il ruolo di regia nel progetto di costituzione delle CER e guidarne lo sviluppo in tutte le sue fasi. Un percorso di continuo aggiornamento di obiettivi e strumenti, che pur appartenendo ad una metodologia consolidata, vanno di volta in volta adattati al contesto di riferimento e registrati sulle necessità contingenti, al fine di restituire risultati pragmatici, oggettivi e misurabili e anticipare l'evoluzione del contesto stesso.

NOTE

¹ Le CER attualmente operative in Italia sono 35, 41 in progetto e 24 in fase di costituzione, per un totale di 100 *Energy Community* (Legambiente, 2022).

² Tale operazione di verifica è necessaria al fine di individuare quanti più possibili soggetti da aggregare, circoscritti nella stessa area convenzionale, afferente alla cabina primaria, e futuri beneficiari della tariffa incentivante.

expanding the range of actors involved;

- *social empowerment*, by activating processes of involvement of the different actors in the energy system and, in particular, those excluded in the current production model, transforming citizens from passive consumers to active and informed producers within the dynamics of the energy market. A tangible result, in addition to strengthening the active role of citizens, is the growth of awareness and competence in environmental energy issues, and the increase of social cohesion;
- *welfare*, the concept of energy as a common asset accessible to all focuses attention on vulnerable and socially and/or geographically marginalised groups. RECs, by virtue of their effects of reducing the energy bill and redistributing economic

benefits from incentives, are powerful tools for mitigating energy poverty.

In fact, in the case of geographically marginal municipalities, RECs become a tool for territorial management and care, strengthening the economic, political, social and cultural component by supporting the development of polycentric networked territories around which to organise energy production and consumption at the territorial level. In this network architecture, renewable energy is reinterpreted as a means to endow the territory with new exemplary transformative content in a sustainable way, and to generate a set of visible/morphological and invisible/relational elements, which express the concept of *territoriality*.

In this perspective, the role that Environmental Technological Design takes

³ Quest'ultima deve comprendere il monitoraggio su base oraria e l'ottimizzazione dei flussi energetici attraverso l'adeguamento della domanda/offerta di energia, l'installazione di sistemi di accumulo e l'incentivazione di sistemi di *demand side management* (Müller *et al.*, 2015).

REFERENCES

- ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente) (2020), "Interventi per il perfezionamento della disciplina delle perdite di rete per il triennio 2019-2021", available at: <https://www.arera.it/it/docs/20/209-20.htm> (accessed 01 February 2023).
- AIEE (Associazione Italiana Economisti dell'energia), Federmanager (2021), *Il ruolo delle Comunità energetiche nel processo di transizione verso la decarbonizzazione*, AIEE Federmanager Report, n.4.
- Barroco, F., Cappellaro, F. and Palumbo, C. (2020), "Le comunità energetiche in Italia. Una guida per orientare i cittadini nel nuovo mercato dell'energia", available at: https://www.enea.it/it/seguici/publicazioni/pdf-volumi/2020/guida_comunita-energetiche.pdf (accessed 1 February 2023).
- Becker, S., Kunze, C. and Vancea, M. (2017), "Community energy and social entrepreneurship: Addressing purpose, organisation and embeddedness of renewable energy projects", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 147, pp. 25-36.
- Billi, A. and Tricarico, L. (2021), "Come organizzare le comunità energetiche? Un'ipotesi di prospettiva metodologica osservando due casi studio italiani", *Rivista Geografica Italiana*, Vol. 3, pp. 105-137.
- EC (European Commission) (2018), *Final Report of the High-Level Panel of the European Decarbonisation Pathways Initiative*, EU Publishing, Brussels.
- ENECA (2021), "La comunità energetica. Vademecum 2021", available at: <https://www.enea.it/it/seguici/publicazioni/pdf-volumi/2021/opuscolo-comunita-energetica.pdf> (accessed 1 February 2023).
- IEA (International Energy Agency) (2021), *Emissioni Nette pari a Zero entro il 2050. Una Tabella di Marcia per il Settore Energetico Globale*, IEA Publications, Parigi.
- JRC – European Commission (2020), *Social innovations for the energy transition: An overview of concepts and projects contributing to behavioural changes, and increased well-being*, EU Publications, Brussels.
- Legambiente (2022), "Comunità rinnovabili 2022", available at: <https://www.comunirinnovabili.it/wp-content/uploads/2022/05/CR2022-2.pdf> (accessed 1 February 2023).
- Lennon, B., Velasco-Herrejón, P. and Dunphy, N.P. (2023), Operationalizing participation: Key obstacles and drivers to citizen energy community formation in Europe's energy transition, *Science Talks*, Vol. 5, p. 100104.
- Müller, D., Monti, A., Stinner, S., Schlösser, T., Schütz, T., Matthes, P., Wolisz, H., Molitor, C., Harb, H. and Streblov, R. (2015), "Demand side management for city districts", *Building and Environment*, Vol. 91, pp. 283-293.
- Nielesen, B.F., Resch, E. and Andresen, I. (2018), "The role of utility companies in municipal planning of smart energy", *International Journal of Sustainable Development and Planning*, Vol. 13, pp. 695-706
- RSE (Ricerca Sistema Energetico) e Luiss Business School (2021). *Community Energy Map. Una ricognizione delle prime esperienze di comunità energetiche rinnovabili*, FrancoAngeli, Milano.
- Tatti, A., Ferroni, S., Ferrando, M., Motta, M. and Causone, F. (2023). "The Emerging Trends of Renewable Energy Communities", *Sustainability*, Vol.15, n. 8, p. 6792.
- on is not limited to formal aspects alone, but also takes into account the possible intangible spin-offs of the project, especially in connection with the challenges dictated by climate change, pursuing principles of environmentally sustainable transformation, the basis of current models of territorial governance. The application of European directives and the need to comply with the existing constraints laid down therein, especially in terms of time, make the technological culture of design an active part of the environmental and energy, economic, digital and social challenges to be addressed through multidisciplinary and interscalar approaches. At the same time, strong legal limitations, which require national political solutions, currently prevent the figure of the architect technologist from fully assuming the role of director in the project of establishing the RECs and from guiding its development in all its phases. A path of continuous updating of objectives and tools, which, despite belonging to an established methodology, must be adapted from time to time to the reference context and recorded on contingent needs in order to return pragmatic, objective and measurable results, and to anticipate the evolution of the context itself.

NOTES

¹ There are 35 RECs currently operating in Italy, 41 planned and 24 in the process of being established, for a total of 100 Energy Communities (Legambiente, 2022).

² This checking operation is necessary to identify as many possible subjects to be aggregated, confined to the same conventional area, afferent to the primary substation, and future beneficiaries of the incentive tariff.

³ The last must include monitoring energy flows at least on an hourly basis and optimising energy flows by adjusting energy supply/demand, installing storage systems, and incentivising *demand side management* systems (Müller *et al.*, 2015).