

Renewable Energy Community: un'opportunità di rigenerazione energetica ed eco-sociale per i quartieri ERP

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Valeria D'Ambrosio, <https://orcid.org/0000-0002-0201-0590>

Alessandro Sgobbo, <https://orcid.org/0000-0001-9147-5877>

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

valeria.dambrosio@unina.it

alessandro.sgobbo@unina.it

Abstract. Il contributo propone i risultati intermedi della sperimentazione progettuale di un insediamento di Edilizia Residenziale Pubblica in cui il modello della Comunità Energetica Rinnovabile è un'opportunità per la transizione energetica ma anche per soddisfare le esigenze di inclusione e collaborazione sociale che caratterizzano le complesse condizioni dell'abitare contemporaneo. Dimostrare l'efficacia transcalare e multifunzionale delle CER ne incentiva l'implementazione, soprattutto quando un quadro esigenziale complesso si confronta con limitate risorse disponibili. Pertanto, attraverso un approccio sistemico, metodi simulativi e indicatori di impatto, si è verificata l'intensità del contributo offerto dal modello CER, non solo in termini di decarbonizzazione e neutralità climatica ma anche come opportunità di rigenerazione eco-sociale.

Parole chiave: Comunità Energetiche Rinnovabili; Transizione energetica; Sostenibilità; Rigenerazione urbana; Edilizia Residenziale Pubblica.

Verso città sostenibili

Il *climate change* supporta un cambio di paradigma nell'ap-

proccio alla rigenerazione urbana. Obiettivi di efficienza energetica e sostenibilità ecologica emergono in coerenza con l'esigenza prioritaria di salvaguardia dell'integrità della biosfera.

La rassegna sulle buone pratiche di efficientamento a scala urbana ha dimostrato il raggiungimento di un'elevata maturazione dell'offerta in termini di prodotto (Wheeler, 2022). Tuttavia, quando il processo di implementazione e gestione è frutto di percorsi top-down i risultati sono deludenti, soprattutto nei contesti di deprivazione. Prevale infatti la dimensione conflittuale che porta queste esperienze ad esaurirsi in sé stesse e le soluzioni che ne avrebbero dovuto caratterizzare il successo diventano catalizzatrici di degrado (Loorbach *et al.*, 2016). Conseguentemente, oggi, gli studi sull'argomento si focalizzano su modelli volti a superare la lettura dicotomica tra produttore e consumatore in favore di un approccio circolare e metabolico

Renewable Energy
Community: an eco-
social urban regeneration
opportunity for PH
districts

Abstract. The paper presents the intermediate results of the design experimentation of a Public Housing development in which the Renewable Energy Community model is an opportunity for energy transition but also for the needs of social inclusion and collaboration, which characterise the complex conditions of contemporary housing. Demonstrating the transcalar and multifunctional effectiveness of RECs incentivises their implementation, especially when a complex demanding framework is confronted with limitedly available resources. Hence, through a systemic approach, simulative methods and impact indicators, the extent of the contribution offered by the REC model was verified not only in terms of decarbonisation and climate neutrality but as an opportunity for eco-social regeneration.

Keywords: Renewable Energy Communities; Energy transition; Sustainability; Urban regeneration; Public Housing (PH) districts.

che può trovare nelle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) una risposta efficace (Koirala *et al.*, 2016).

Il potenziale delle CER supera gli aspetti energetici e rappresenta un'opportunità per raggiungere e mantenere obiettivi rigenerativi anche in campo sociale e ambientale, i cui esiti sono ancora limitatamente indagati (Hewitt *et al.*, 2019). Già il modello delle CERS – Comunità Energetiche Rinnovabili e Solidali, promosso da Legambiente, è un primo passo in questa direzione. Tuttavia, il tema è ancora confinato agli aspetti energetici e alla questione sociale limitata al contrasto all'*energy poverty*.

Eppure, valorizzare gli effetti eco-sociali e ambientali costituirebbe un incentivo all'implementazione delle CER. Risponderebbe, infatti, all'esigenza di transcalarità e multifunzionalità richiesta agli investimenti in regime di rigore dei bilanci pubblici (Sgobbo, 2017; 2018).

Nel presente contributo si illustrano i risultati intermedi di una ricerca, sviluppata presso l'Università di Napoli Federico II, volta a promuovere le CER quali occasioni di rigenerazione socio-ecologica delle periferie metropolitane. La tesi è che la CER, favorendo la partecipazione dei cittadini alla transizione energetica, soddisfa obiettivi di *climate neutrality* ma anche le esigenze di inclusione e collaborazione che caratterizzano le complesse condizioni dell'abitare contemporaneo.

La ricerca è finanziata da un accordo contratto con Regione Campania e Agenzia Campania per l'Edilizia Residenziale (ACER) e prende spunto dal rinnovato approccio esigenziale del PINQuA – Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare – che pone l'accento sulla necessità di accompagnare la transizione energetica con la rigenerazione urbana. Su

Towards sustainable cities

Climate change brings about a paradigm shift in the approach to urban regeneration. Objectives of energy efficiency and ecological sustainability are emerging, in line with the priority of protecting the biosphere.

The review of literature and best practices on energy efficiency at urban scale has shown us that a significant maturity has been reached in the offer of effective solutions (Wheeler, 2022). However, the results are disappointing when the implementation and management process are based on top-down practices, especially in the contexts of economic and social deprivation. In fact, the conflictual dimension that leads these experiences to exhaust themselves prevails and the solutions that should have characterised their success become catalysts of degradation (Loorbach *et al.*, 2016). Hence to-

day studies on urban energy efficiency focus on models aimed at overcoming the dichotomy between producer and consumer in favour of a circular and metabolic approach, which finds an effective response in renewable energy communities (RECs) (Koirala *et al.*, 2016).

The potential of RECs goes beyond the energy efficiency aspects and aids in achieving and maintaining social and environmental objectives, whose outcomes are limitedly investigated (Hewitt *et al.*, 2019). The supportive and renewable energy community model, promoted by Legambiente, is a first step in this direction. However, this model also focuses on the energy aspects, while social aspects are limited to the fight against energy poverty.

However, enhancing the eco-social and environmental benefits of RECs would promote their implementation.

tale aspetto si è focalizzata la selezione dei progetti finanziati dal programma.

L'ACER, proprietaria del quartiere ERP San Gaetano di Napoli, possedeva un progetto di riqualificazione edilizia già in grado di assicurare un adeguato livello di efficienza energetica. Per il bando PINQuA l'Ente ha redatto un PFTE integrando il precedente elaborato al fine di soddisfare gli obiettivi eco-sociali del programma. Tuttavia, il budget limitato ha corrisposto a proposte di compromesso in cui i temi energetici e socio-ambientali sono stati affrontati parallelamente ma con risultati deludenti. L'accordo con l'Ateneo federiciano ha permesso lo sviluppo di un progetto pilota che, integrando rigenerazione urbana e transizione energetica attraverso il modello CER, è risultato meritevole di finanziamento ed è in corso di attuazione.

Approccio metodologico La ricerca è sviluppata in tre fasi. La prima ha previsto la sperimentazione progettuale per il quartiere San Gaetano di Napoli, a partire dal quadro degli obiettivi di transizione energetica, di sostenibilità ambientale e di riqualificazione sociale richiesti dal programma PINQUA. Il modello CER è stato individuato quale principale strumento per raggiungere tale risultato. Nella seconda fase il progetto è stato confrontato, sulla base di un set di indicatori di impatto sociale ed ecosistemico, con le alternative progettuali sviluppate in precedenza dall'ACER sull'area. La terza fase prevede la verifica *ex post* dei livelli di *compliance* del progetto con i fruitori della CER e di mantenimento nel tempo dei risultati ottenuti in termini energetici, ecosistemici e di inclusività.

In fact, it would be consistent with the need for transcalar and multifunctional investments required under strict public budget systems (Sgobbo, 2017; 2018).

This paper illustrates the intermediate results of a research project, developed at the Federico II University of Naples, aimed at promoting the RECs as opportunities for the socioecological regeneration of metropolitan suburbs. The thesis is that the RECs, by promoting the participation of citizens in energy transition, meet not only the climate neutrality objectives but also the need for inclusion and collaboration characterising the complex conditions of contemporary living.

The research project, financed by the Campania region and the Campania agency for public housing (ACER), takes its cue from the renewed need-based approach of the PINQuA pro-

gramme (National innovative programme for the quality of housing) that underscores the need to accompany the energy transition with urban regeneration. In fact, the projects financed with public funds were chosen taking this aspect into account.

ACER, the owner of the San Gaetano PH district in Naples, had already drawn up a building redevelopment project that ensured an adequate level of energy efficiency. For the PINQuA programme, another technical-economic feasibility project (PFTE) was drawn up integrating the previous project to meet the eco-social objectives of the programme. However, due to limited budget, solutions that tackled energy efficiency and socio-environmental issues in parallel were poor. The agreement with the Federico II University has allowed the development of a new pilot project, which integrates

Fase 1

Nella prima fase il progetto ha previsto la combinazione degli aspetti funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali con quelli di tipo organizzativo-gestionale per la produzione e la distribuzione dell'energia basati sulle CER al fine di massimizzare gli obiettivi di transizione verso l'utilizzo di energia rinnovabile, la gestione ottimizzata delle risorse, l'adattamento e la mitigazione climatica. Attraverso un approccio di tipo simulativo, è stato valutato il potenziale energetico fornito dalla CER che assume un ruolo strategico, viste le caratteristiche di densità del contesto urbano e la necessità di attuare la decarbonizzazione dell'insediamento residenziale. La CER è stata simulata coincidente con l'area di intervento considerando tutti gli edifici di progetto, le aree esterne e le attrezzature; il bilancio energetico della CER è stato calcolato stimando i fabbisogni diurni residenziali e la produzione elettrica da FER. La producibilità è stata calcolata con il tool della Commissione europea PVGIS per 1 kW di potenza installata. L'impiego prevalentemente di sistemi fotovoltaici è stato coniugato con strategie di riduzione del fabbisogno energetico degli edifici. L'approccio simulativo ha riguardato, infatti, la valutazione di alternative tecniche in relazione alla verifica del comportamento in regime estivo e invernale delle soluzioni di involucro opaco e di copertura utilizzando il software PAN 7.1. La minimizzazione delle dispersioni energetiche, il contributo degli apporti solari diretti e l'apporto della ventilazione naturale, hanno rappresentato il punto di partenza per l'impostazione della CER. Il progetto, infine, ha previsto la simulazione *ex ante* ed *ex post*, mediante l'utilizzo di modelli sperimentali, di alcuni fattori chiave legati alla transizione energetica e alla neutralità climatica quali l'im-

urban regeneration and energy transition through the REC model. This project was judged worthy of funding under the PINQUA programme, and is currently in progress.

Methodological approach

The research is developed in three phases. The first involved design experimentation for the San Gaetano neighbourhood in Naples, starting from the framework of energy transition, environmental sustainability and social upgrading goals required by the PINQUA programme. The REC model was identified as the main tool to achieve this result. In the second phase, the project was compared to a set of social and ecosystemic impact indicators with project alternatives previously developed on the area by ACER. The third phase involves *ex-post* verification of the project's levels of compliance

with REC users, and maintenance over time of the results achieved, in terms of energy, ecosystem and inclusiveness.

Phase 1

In the first phase, the project involved the combination of functional-spatial and technological-environmental aspects with organisational-management aspects for REC-based energy production and distribution to maximise the goals of transition to renewable energy use, optimised resource management, adaptation, and climate mitigation. Through a simulation-based approach, the energy potential provided by RECs was evaluated, which assumes a strategic role considering the density characteristics of the urban context and the need to implement decarbonisation of the residential settlement. The REC was simulated considering all project buildings, outdoor areas and equip-

patto climatico sulla popolazione soggetta a povertà energetica, le emissioni di CO₂ e l'efficienza ecologica del verde. Il primo fattore è stato verificato attraverso l'applicazione del modello gerarchico *GIS-based* che definisce l'impatto climatico come relazione tra la vulnerabilità del sistema fisico (edifici e spazi aperti), l'esposizione e l'*hazard* (Aprèda *et al.*, 2019). In particolare, è stato verificato l'impatto dell'*heat wave* sulla popolazione residente soggetta a povertà energetica in scenari a medio termine (D'Ambrosio *et al.*, 2023). L'impatto è stato verificato rispetto a cinque classi (da 1-alto a 5-basso) utilizzando specifici indicatori di vulnerabilità del sistema fisico (per gli edifici: volume, sfasamento, attenuazione, soleggiamento; per gli spazi aperti: permeabilità dei suoli, *sky view factor*, soleggiamento, albedo, *normalized difference vegetation index*) e come *hazard* lo scenario di pericolosità *heat wave* a medio termine (2040-2070) elaborato su Napoli secondo un modello di potenziale stabilizzazione di concentrazioni di gas serra RCP – *Representative Concentration Pathways 4.5* (D'Ambrosio *et al.*, 2017). Le emissioni di CO₂ sono state valutate rispetto a un campione significativo di edifici, con riferimento a tipi edilizi e tecniche costruttive ricorrenti, di cui sono state effettuate le simulazioni energetiche sia dello stato di fatto che con soluzioni *climate proof* mediante il *software* MasterClima MC 11300 (Tersigni *et al.*, 2021). Anche in questo caso gli esiti sono stati simulati rispetto a cinque classi di emissione di CO₂ e aggregati per sezione censuaria. Infine, l'indice di efficienza ecologica del verde per abitante ha valutato l'incidenza del verde urbano in grado di erogare servizi ecosistemici e ridurre gli stress climatici sulla popolazione residente (Cardone *et al.*, 2023). L'indice è stato calcolato a partire dall'individuazione, mediante un modello

ment. The energy balance of the REC was calculated by estimating residential daytime needs and electrical production from RES. Productivity was calculated with the European Commission PVGIS tool per 1 kW of installed capacity. The predominant use of photovoltaic systems was combined with strategies to reduce building energy demand. In fact, the simulative approach involved the evaluation of technical alternatives in relation to the verification of summer and winter performance of opaque envelope and roofing solutions using PAN 7.1 software. The minimisation of energy losses, the contribution of direct solar inputs, and the contribution of natural ventilation provided the starting point for the REC setting. Finally, the project included the *ex-ante* and *ex-post* simulation, using experimental models of some key factors related to energy

transition and climate neutrality such as climate impact on the energy-poor population, CO₂ emissions, and green ecological efficiency. The first factor was verified through the application of the GIS-based hierarchical model, which defines Climate Impact as the relationship between the vulnerability of the physical system (buildings and open spaces), exposure, and hazard (Aprèda *et al.*, 2019). In particular, the impact of heat wave on the population subject to fuel poverty in medium-term scenarios was tested (D'Ambrosio *et al.*, 2023). The impact was checked for five classes (1-high to 5-low) using specific vulnerability indicators of the physical system (for buildings: volume, thermal lag, attenuation, sunshine; for open spaces: permeability of soils, sky view factor, sunshine, albedo, normalised difference vegetation index), and as hazard, the medium-

GIS-based, di un indicatore sintetico di valutazione dell'efficienza ecologica delle aree verdi pubbliche esistenti (D'Ambrosio *et al.*, 2022).

Fase 2

La seconda fase della ricerca si focalizza sugli aspetti di qualità sociale ed ecosistemica.

Predisposto il set di indicatori, il progetto pilota (P₁) esito della prima fase, è stato confrontato con due alternative di intervento: il progetto (P₂) già posseduto dall'Ente prima della pubblicazione del bando PINQuA ed il PFTE (P₃) sviluppato da ACER adeguando P₂ ai nuovi obiettivi di rigenerazione urbana posti dal Programma.

Gli impatti sociali sono stati misurati con la metodologia del *Social Impact Assessment* proposta da Dietz (1987) e secondo la teoria dell'approccio delle capacità come rielaborata da Nussbaum (2001). In particolare, gli indicatori sono raggruppati secondo due temi: disagio abitativo e servizi e qualità urbana. Per il primo gruppo sono stati considerati:

- variazione ponderata dell'indice di affollamento – ΔI_a – rapporto di due differenze: la prima si ottiene sottraendo al valore attuale dell'indice di affollamento nel quartiere il valore misurato dopo l'attuazione del progetto; la seconda sottraendo al medesimo valore attuale l'indice di affollamento medio regionale (il risultato più alto è migliore);
- variazione dell'indice di coerenza – $\Delta I_c = (Nc_1 - Nc_0)/NT$ dove: Nc_1 è il numero di abitazioni con dotazioni igienico-sanitarie coerenti con la composizione dello *householder* calcolato dopo l'attuazione del progetto; Nc_0 è il medesimo numero calcolato allo stato di fatto; NT è il numero com-

term heat wave hazard scenario (2040-2070) elaborated on Naples, according to a model of potential stabilisation of greenhouse gas concentrations RCP – Representative Concentration Pathways 4.5 (D'Ambrosio *et al.*, 2017). CO₂ emissions were assessed against a significant sample of buildings with reference to recurring building types and construction techniques, whose energy simulations were carried out considering both the actual state and using climate proof solutions with the MasterClima MC 11300 software (Tersigni *et al.*, 2021). Again, the outcomes were simulated against five CO₂ emission classes and aggregated by census section. Finally, the green ecological efficiency index per inhabitant assessed the incidence of urban greenery in delivering ecosystemic services and reducing climate stresses on the resident population (Cardone *et al.*, 2023).

The index was calculated with a synthetic indicator to assess the ecological efficiency of existing public green areas, identified with a GIS-based model (D'Ambrosio *et al.*, 2022).

Phase 2

The second phase of the research focuses on aspects of social and ecosystemic quality.

Having prepared the set of indicators, the pilot project (P₁), the outcome of the first phase was compared with two alternative interventions: the project (P₂) already owned by ACER before the publication of the PINQuA calls for tenders, and the PFTE (P₃) developed by ACER adapting P₂ to the new urban regeneration objectives set by the Programme.

Social impacts were measured based on the social impact assessment methodology proposed by Dietz (1987)

plussivo delle abitazioni ERP del quartiere (variabile tra 0, peggiore e 1, migliore).

Per servizi e qualità urbana si sono misurati, per ognuna delle 4 tipologie di standard urbanistici previste dalle norme (istruzione; interesse comune; parcheggi; verde attrezzato, sport e tempo libero):

- dotazione teorica ponderata – STx – rapporto tra superficie pro capite di aree destinate al servizio di tipologia x ed il relativo valore medio regionale (il valore più alto è migliore);
- dotazione effettiva – SEx – rapporto tra superficie effettivamente trasformata nel servizio x e superficie a ciò destinata (variabile tra 0, peggiore e 1, migliore);
- variazione dell'indice ponderato di accessibilità – $\Delta SAy = (sy_1 - Sy)/(sy_0 - Sy)$ dove: sy_0 e sy_1 misurano, in slp, rispettivamente prima e dopo l'attuazione del progetto, la dotazione pro capite di edifici destinati al servizio y (culturale; sanitario; amministrativo; sociale) e Sy misura il medesimo valore nel più vicino capoluogo di provincia (il risultato migliora all'avvicinarsi allo zero).
- Per gli impatti ecosistemici gli indicatori selezionati sono:
- incremento della permeabilità pro capite del suolo – $\Delta Ip = (Sp_1 - Sp_0)/h$ dove: Sp_0 e Sp_1 misurano la superficie permeabile nel quartiere rispettivamente prima e dopo l'attuazione del progetto e h è il numero di abitanti insediato (il valore più alto è migliore);
- variazione dell'indice di resilienza idraulica – ΔIr – rapporto tra i valori, assunti rispettivamente dopo e prima l'attuazione del progetto, del numero di giorni in cui, in media, nel corso di un anno, si registrano allagamenti degli spazi aperti, misurato su un orizzonte temporale di 10 anni

and the capability approach theory reworked by Nussbaum (2001). Particularly, the indicators were grouped according to two themes: housing deprivation; facilities and urban quality. The following indicators were considered for the first group:

- the weighted variation of the crowding index – ΔIa – the ratio of two differences: the first difference is obtained by subtracting the value of the crowding index in the neighbourhood measured after the implementation of the project from the current value, and the second difference is obtained by subtracting the regional average crowding index from the current value in the neighbourhood (the higher the better);
- the variation of the coherence index – $\Delta Ic = (Nc_1 - Nc_0)/NT$, where Nc_1 is the number of dwellings with hygienic sanitary facilities consist-

ent with the composition of the householder calculated after the implementation of the project; Nc_0 is the same number calculated as it is now; and NT is the total number of dwellings in the district (0 – worst and 1 – best).

- for facilities and urban quality, for each of the four types of urban planning facilities envisaged by the law (education facilities, general facilities, parking lots, and green areas equipped for sport and leisure time) the following indicators are considered:
- the weighted potential endowment – STx – the ratio between the per capita surface area of areas intended for the x-type facility by the project and its regional average value (the higher the better);
- the effective endowment – SEx – the ratio between the surface area actu-

proiettando, con la metodologia suggerita da Mazzarella (1999), le tabelle pluviometriche dell'area napoletana (variabile tra 0, migliore e 1, peggiore);

- indice di greening – Ig – rapporto tra superficie evapo-traspirante e superficie territoriale (variabile tra 0, peggiore e 1, migliore).

La terza fase della ricerca, in corso, riguarderà il periodo di realizzazione dei lavori e proseguirà per il quinquennio successivo. È finalizzata alla verifica ex post di alcuni indicatori sintetici in grado di misurare: conflittualità, aderenza dei fruitori alla CER e mantenimento nel tempo dei risultati. Ciò avverrà con misurazioni empiriche e testando la corte dei fruitori non professionali con interviste semi strutturate secondo la metodologia suggerita da Bichi (2005).

La sperimentazione progettuale di una CER nel quartiere San Gaetano a Napoli

La sperimentazione progettuale si concentra su un complesso ERP di proprietà dell'ACER e, tra i principali obiettivi, si pone quello di incrementare la qualità

ecosistemica del quartiere, ridurre gli impatti sociali, ridurre il consumo di risorse materiali ed energetiche, massimizzare gli interventi di adattamento e di mitigazione climatica.

Il quartiere si caratterizza per i valori di elevata densità insediativa in cui si rilevano condizioni di forte disagio abitativo, di esclusione sociale e presenza di famiglie che vivono in condizioni di povertà assoluta, in linea con quanto emerge dalle stime ISTAT che registrano al 2020 un'incidenza per il Mezzogiorno pari al 9,4% rispetto al 2,5% del 2005. Un elevato indice di affollamento, inoltre, caratterizza circa il 90% degli edifici re-

ally transformed into the facility x and the surface area intended for this by the project (0 – worst and 1 – best);

- the variation of the weighted accessibility index – $\Delta SAy = (sy_1 - Sy)/(sy_0 - Sy)$, where sy_0 and sy_1 measure the per capita gross floor area endowment of buildings intended for facility y (cultural facilities, health facilities, administrative facilities, and social facilities), before and after implementation of the project, respectively; and Sy measures the same value in the nearest provincial capital (the result improves as it approaches zero).

For ecosystemic impacts, the selected indicators are as follows:

- the increase in per capita soil permeability – $\Delta Ip = (Sp_1 - Sp_0)/h$, where Sp_1 and Sp_0 measure the permeable surface in the neighbourhood be-

fore and after the implementation of the project, respectively, and h is the number of settled inhabitants (the higher the better);

- the variation of the hydraulic resilience index – ΔIr – the ratio between the values, taken after and before the implementation of the project, respectively, of the number of days when, on average, over the course of a year, open spaces in the neighbourhood are flooded. These numbers are measured forecasting rainfall intensity for the next 10 years using the methodology suggested by Mazzarella (1999) on the bases of the rainfall tables of the Neapolitan area (the result improves as it approaches zero);
- the greening index – Ig – the ratio between the evapotranspiring surface area and overall neighbourhood surface area (0 – worst and 1 – best).

sidenziali, la maggior parte dei quali esprime livelli di degrado, di discomfort, di scarsa illuminazione e ventilazione naturale negli alloggi. Carenti, infine, risultano le dotazioni di servizi e attrezzature, in particolar modo, per le fasce deboli della popolazione. Le caratteristiche costruttive degli involucri edilizi e la prevalenza di suoli impermeabili con ridotti valori di albedo costituiscono specifici fattori, da un lato, di incidenza sulle emissioni di CO₂ in atmosfera, dall'altro sulla vulnerabilità rispetto a fenomeni climatici intensi.

La sperimentazione si è concentrata su tre aree del quartiere ritenute strategiche per la rigenerazione complessiva prevedendo la realizzazione di 152 alloggi: l'area 1 nella quale sono realizzati nuovi edifici residenziali *nearly Zero Energy Building* e un Parco della Comunità Energetica; l'area 2 interessata da un intervento di demolizione di alloggi esistenti e realizzazione di nuovi edifici nZEB, aree verdi *climate proof*, attrezzature e parcheggi interrati; l'area 3 in cui si prevede un intervento di deep retrofit dell'edificio residenziale esistente (Fig. 1). La CER è stata dimensionata rispetto ai profili di consumo orario delle utenze coinvolte (edifici residenziali, strutture terziarie, servizi comuni dell'area) e rispetto alle superfici disponibili per l'installazione delle FER che ricadono nelle tre aree strategiche. Il modello può essere ampliato e coinvolgere successivamente altri soggetti, sia privati che pubblici, presenti nel quartiere (Fig. 2). La scelta di costituire una CER nel quartiere ha rappresentato l'istituzione di un modello di produzione energetica e di gestione finalizzato al contrasto delle disuguaglianze sociali, della povertà energetica e delle emissioni climalteranti. La comunità energetica del quartiere risulta strettamente connessa all'autoproduzione energetica attuata con sistemi fotovoltaici

integrati nell'involucro edilizio per aumentare le superfici, e quindi la produzione, secondo sistemi ibridi innovativi per l'incremento dei rendimenti e per la combinazione tra FV e solare termico. Il modello è stato proposto sulla base della diffusione delle tecnologie digitali per uno scambio dati bidirezionale fra i consumatori e la rete, nonché attraverso una programmazione della domanda e dei consumi per uno scambio di energia peer-to-peer fra i membri della comunità, in quel momento non autosufficienti (Chiaroni *et al.*, 2019). L'intervento è finalizzato inoltre agli obiettivi di neutralità climatica per il 2050 in cui la sperimentazione progettuale può rappresentare un'azione pilota replicabile nell'intero quartiere.

Ricadute per gli aspetti ambientali ed energetici

Le soluzioni individuate nella sperimentazione progettuale agiscono principalmente su tre aspetti prioritari che attengono alla riduzione dei fabbisogni energetici, all'utilizzo di impianti termici efficienti e all'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili prevalentemente sistemi *Building Integrated PhotoVoltaic* con moduli ibridi in silicio monocristallino in copertura e moduli FV in vetro stratificato per i parapetti. La potenza complessiva pari a circa 200 kW consente, su base annua, di coprire il 100% dei consumi diurni degli edifici residenziali e terziari e oltre il 65% dei consumi totali degli edifici, delle attrezzature e delle aree esterne (Tab. 1). Tale copertura può essere incrementata con sistemi di accumulo per lo stoccaggio dell'energia prodotta in surplus da utilizzare per i fabbisogni notturni, per l'illuminazione esterna o per la ricarica delle auto elettriche. La progettazione di involucri non disperdenti, sia per gli edifici *ex novo* che di riqualificazione, è

The third phase of the research, currently in progress, concerns the period of construction and will continue for the following 5 years. It is aimed at the ex-post verification of some synthetic indicators capable of measuring conflict attitude, compliance of users to the REC, and maintenance of achieved results over time. This works with empirical measurements and by testing the court of non-professional users with semi-structured interviews according to the methodology suggested by Bichi (2005).

The design experimentation of a REC in the San Gaetano district in Naples
The design experiment focuses on a PH district owned by ACER and, among its main objectives, it aims to increase the ecosystemic quality of the neighbourhood, reduce social impacts, reduce the consumption of material

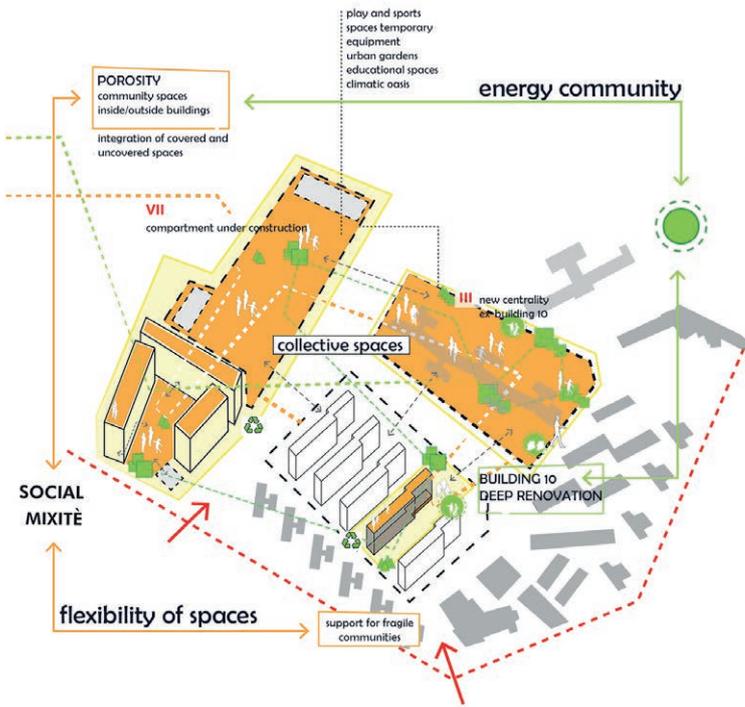
and energy resources, and maximise adaptation and climate mitigation interventions.

The neighbourhood is characterised by the values of high settlement density in which conditions of high housing deprivation, social exclusion and presence of families living in absolute poverty are noted, in line with what emerges from ISTAT estimates, which recorded, in 2020, an incidence for the South of Italy of 9.4 percent compared to 2.5 percent in 2005. Moreover, a high crowding index characterises about 90 percent of residential buildings, most of which express levels of decay, discomfort, poor lighting and natural ventilation in housing. Finally, there is a lack of services and equipment, especially for the weaker segments of the population. The construction characteristics of the building envelopes and the prevalence of impermeable soils

with reduced albedo values constitute specific factors, on the one hand, affecting CO₂ emissions into the atmosphere, and on the other, vulnerability to intense climatic phenomena.

The experimentation focused on three areas of the neighbourhood considered strategic for overall regeneration by providing for the construction of 152 housing units: area 1 in which new residential *nearly Zero Energy Buildings* and an Energy Community Park are built; area 2 involved in the demolition of existing housing and the construction of new nZEB buildings, green climate proof areas, equipment and underground parking lots; and area 3 in which a deep retrofit of the existing residential building is planned (Fig. 1). The REC was sized with respect to the hourly consumption profiles of the utilities involved (residential buildings, tertiary facilities, common services in

the area) and with regard to the areas available for RES installation that lie in the three strategic areas. The model can be expanded and subsequently involve other private and public stakeholders in the neighbourhood (Fig. 2). The decision to establish a REC in the neighbourhood represented the establishment of an energy production and management model aimed at combating social inequality, energy poverty and climate changing emissions. The neighbourhood energy community appears to be closely linked to energy self-production implemented with photovoltaic systems integrated into the building envelope to increase surfaces, and thus production, according to innovative hybrid systems for increasing yields and combining PV and solar thermal systems. The proposed model is based on the spread of digital technologies for two-way data



stata perseguita verificando che gli indici di trasmittanza termica stazionaria e periodica risultassero al di sotto dei limiti normativi (edificio ex novo $U=0,14$ Kw/mq annuo; $Y_{ie}=0,045$ W/mqK; retrofit edilizio $U=0,17$ Kw/mq annuo; $Y_{ie}=0,002$ W/mqK). L'orientamento dei nuovi edifici e la distribuzione funzionale-spaziale degli alloggi hanno inteso massimizzare l'apporto solare diretto, favorire la ventilazione incrociata integrando sistemi di schermatura solare per il controllo delle condizioni di comfort indoor in regime estivo. Infine, l'impiego di

exchange between consumers and the grid, as well as through demand and consumption scheduling for peer-to-peer energy exchange among community members, who are not self-sufficient at that time (Chiaroni *et al.*, 2019). The intervention is also aimed at climate neutrality goals for 2050 in which the design experimentation can be a replicable pilot action in the entire neighbourhood.

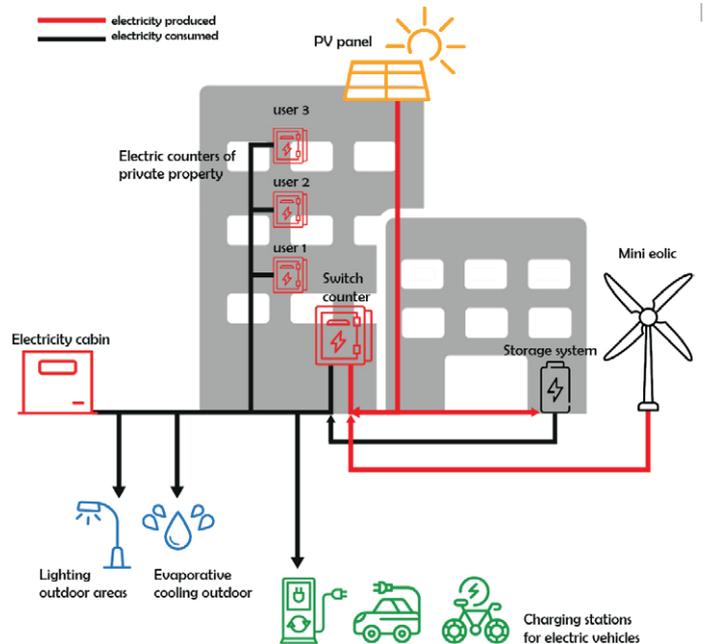
Fallout for environmental and energy aspects

The solutions identified in the design experimentation mainly target three priority aspects concerning the reduction of energy needs, the use of efficient thermal systems, and the integration of renewable energy sources, mostly Building Integrated PhotoVoltaic systems with monocrystalline silicon hybrid modules in the roof, and laminat-

ed glass PV modules for the parapets. The use of micro-wind generators has also been planned in the energy park. The total power of approximately 200 kW makes it possible, for each year, to cover 100% of the daytime consumption of residential and tertiary buildings, and more than 65% of the total consumption of buildings, equipment, and outdoor areas (Tab. 1). This coverage can be increased with storage systems for storing surplus energy produced to be used for night-time needs, outdoor lighting or electric car charging. The design of non-dispersing envelopes, for both *ex novo* and retrofit buildings, was pursued by verifying that the stationary and periodic thermal transmittance indices were below regulatory limits (*ex novo* building $U=0.14$ Kw/sq m per year; $Y_{ie}=0.045$ W/sq mK; retrofit building $U=0.17$ Kw/sq m per year; $Y_{ie}=0.002$ W/sq mK). The



pompe di calore ad alta efficienza, gestite attraverso un sistema di automazione, controllo, monitoraggio ed ottimizzazione degli impianti, favorisce il risparmio energetico, riducendo i costi, diretti ed indiretti e quelli della manutenzione. Il progetto degli spazi aperti privilegia la deimpermeabilizzazione dei suoli, il greening urbano, l'adozione di materiali e so-



Tab. 01 | Dati di bilancio energetico della CER definendo autoconsumo il rapporto tra l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici ed i consumi (solo diurni e totali)
 REC energy balance data defining self-consumption as the ratio of energy produced by PV systems to consumption (daytime only and total)

Tab. 02 | Valori degli indici e degli indicatori utilizzati per la simulazione della rispondenza del progetto agli obiettivi di transizione energetica e neutralità climatica
 Values of indices and indicators used for the simulation of project compliance with energy transition and climate neutrality goals

Tab. 01 |

	ANNUAL BUDGET		WINTER MONTHLY BUDGET		SUMMER MONTHLY BUDGET	
	Total electrical demand	Electricity production	Total electrical demand	Electricity production	Total electrical demand	Electricity production
	368780 kWh	238413 kWh	33711 kWh	10294 kWh	32911 kWh	29785 kWh
Self-consumption on daytime consumption		122%		62%		150%
Self-consumption on total consumption		65%		31%		90%

luzioni tecniche per la resilienza climatica e la valorizzazione dei servizi ecosistemici (Fig. 3). Tra le principali soluzioni sono state privilegiate le *nature based solutions* per incrementare la capacità di evapotraspirazione e drenaggio delle acque meteoriche superficiali. La scelta di materiali cosiddetti “freddi” (caratterizzati da elevata riflettanza solare con SRI>29), di sistemi di raffrescamento nebulizzato nelle aree attrezzate, di tetti verdi nonché di aree ombreggiate, si configurano come soluzioni mirate a garantire una risposta efficace all’adattamento climatico. Il modello di impatto dell’*heat wave* sulla popolazione esposta a povertà energetica consente di stimare la riduzione di una classe rispetto a uno scenario climatico a medio termine, confermando la capacità del progetto di rispondere alle esigenze di adattamento climatico rispetto a condizioni di maggiore intensità e durata del fenomeno. Anche l’indice di efficienza ecologica per abitante restituisce un miglioramento significativo per l’intero quartiere di oltre il 90%, contribuendo così a potenziare lo sviluppo di servizi ecosistemici in un contesto caratterizzato da una elevata densità abitativa. Infine, rispetto alle emissioni

orientation of the new buildings and the functional-spatial distribution of housing intended to maximise direct solar gain encourage cross-ventilation by integrating solar shading systems to control indoor comfort conditions in summer. Finally, the use of high efficiency heat pumps, managed through a system of automation, control, monitoring and optimisation of the systems, promotes energy savings, reducing both direct and indirect costs, and maintenance expenses. Open space design prioritises making soil permeable to water, urban greening, adoption of materials and technical solutions for climate resilience, and enhancement of ecosystemic services (Fig. 3). Among the main solutions, nature-based solutions have been favoured to increase the evapotranspiration and drainage capacity of surface stormwater. The choice of so-called

“cool” materials (characterised by high solar reflectance with SRI>29), nebulised cooling systems in equipped areas, green roofs as well as shaded areas, are solutions aimed at ensuring an effective response to climate adaptation. The heat wave impact model on the population exposed to fuel poverty allows to estimate one class reduction compared to a medium-term climate scenario, confirming the project’s capability to respond to climate adaptation needs with respect to conditions of higher intensity and duration of the phenomenon. The ecological efficiency index per inhabitant also returns a significant improvement for the entire neighbourhood of more than 90 percent, thus helping to enhance the development of ecosystem services and preserving biodiversity in a context characterised by high housing density. Finally, with respect to building CO₂

PHASES	INDICATORS		INDEX
	H.W. impact on energy poverty (Class)	CO ₂ emissions buildings (Kg/sqm/year)	Ecological Benefit index (sqm × Ab)
Current status	2 (medium-high)	20 ≤ CO ₂ ≤ 34	12.34
Project	3 (medium)	12 ≤ CO ₂ ≤ 20	24.23

Tab. 02

di CO₂ degli edifici, si registra la riduzione di una classe (Tab. 2). Tale aspetto potrà essere migliorato estendendo, con azioni di progressive upgrade, la rete della CER nel quartiere fino a raggiungere condizioni di autosufficienza energetica. Attraverso l’approccio sistemico e l’utilizzo di modelli innovativi di produzione e gestione delle risorse energetiche, sarà possibile fornire una risposta efficace agli obiettivi di decarbonizzazione e neutralità climatica, favorendo azioni di rigenerazione urbana in contesti con elevata densità abitativa.

emissions, there is a reduction of one class (Tab. 2). This can be improved by extending, with progressive upgrading actions, the REC network in the neighbourhood until conditions of energy self-sufficiency are achieved. Through the systems approach and the use of innovative models of production and management of energy resources, it will be possible to provide an effective response to decarbonisation and climate neutrality objectives, encouraging urban regeneration actions in high density housing contexts.

Analysis of results: comparison on social and ecosystemic aspects

The following table shows the results recorded by the social and ecosystemic performance indicators measured for the pilot project P₁ (Fig. 3) and for the alternative projects P₂ and P₃ drawn up by ACER (Tab. 3).

The indicators of housing deprivation show the best performances for P₁ both for the weighted variation of the crowding index and for the variation of the hygienic-sanitary consistency index. A value of 0.684 is achieved, which is the best possible result given the starting conditions. This is obtained with the construction of an additional building (building AB) intended for temporary housing. This was possible thanks to the resources obtained by capitalising the savings obtained from the implementation of a REC. In fact, the REC reduces both the expected arrears (due to the lower costs that will be borne by the tenants) and the maintenance costs of public areas (for the care by citizens, given their direct involvement – Sgobbo and Moccia, 2016). Furthermore, the temporary nature of the assignment is expected to solve the difficult problem

**Analisi dei risultati:
confronto sugli aspetti
sociali ed ecosistemici**

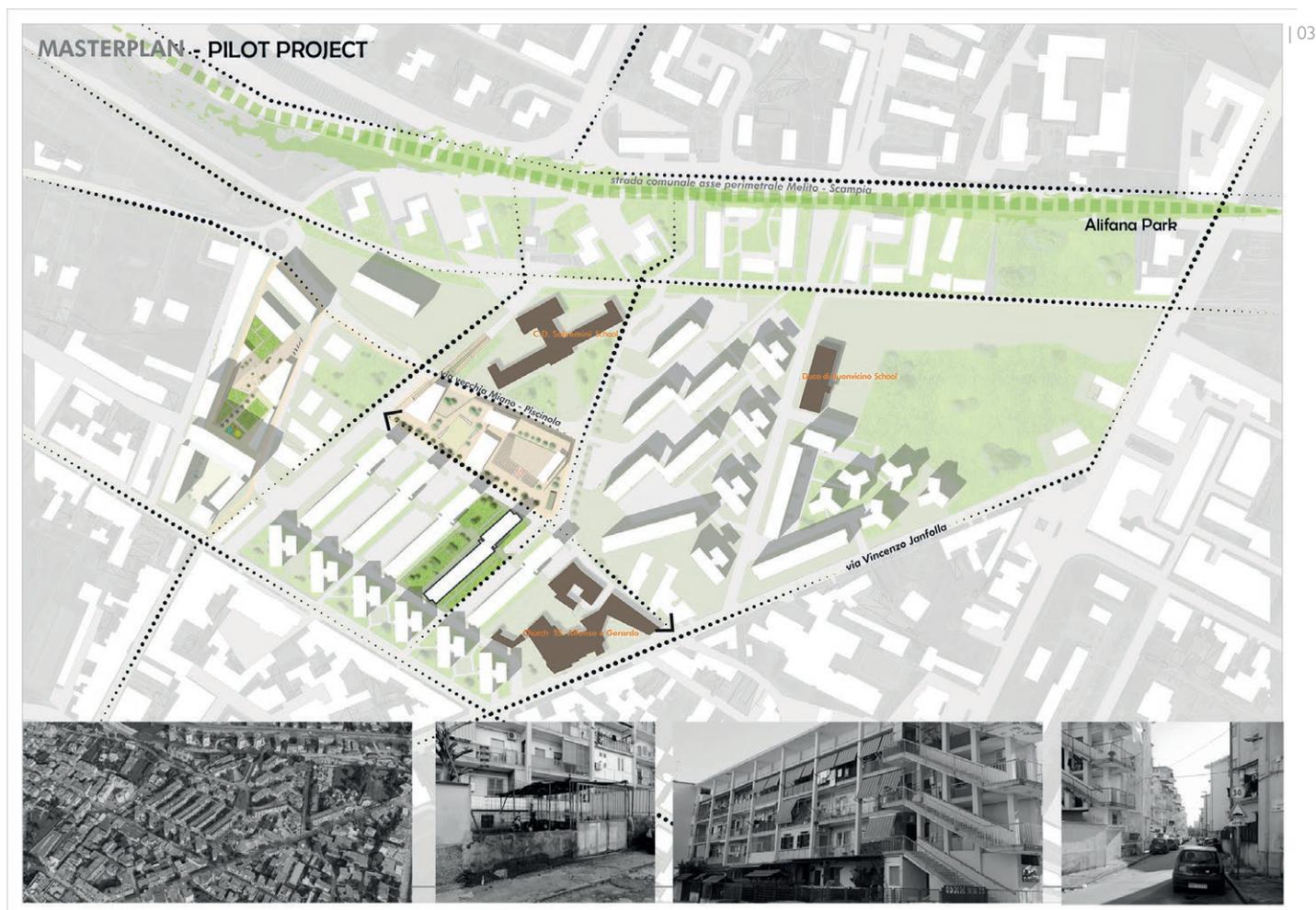
per il progetto pilota P_1 (Fig. 3) e per le alternative di intervento P_2 e P_3 redatte da ACER (Tab. 3).

Gli indicatori di disagio abitativo evidenziano per P_1 le migliori performance sia per la variazione ponderata dell'indice di affollamento che per la variazione dell'indice di coerenza igienico-sanitaria, per il quale si raggiunge il valore 0,684 che è il miglior risultato possibile date le condizioni di partenza. Ciò è ottenuto con la realizzazione di un fabbricato aggiuntivo (edificio AB), destinato all'abitazione temporanea, grazie alle risorse ricavate dalla capitalizzazione dei risparmi attesi dall'implementazione della CER. Infatti, il sistema consente di ridurre sia la morosità attesa (in ragione dei minori costi che graveranno sugli inquilini)

Nella tabella seguente sono riportati i valori registrati dagli indicatori di performance sociale ed ecosistemica misurati

ni) sia gli oneri di manutenzione delle aree pubbliche e comuni (per la cura da parte dei cittadini visto il loro diretto coinvolgimento – Sgobbo and Moccia, 2016). Ci si attende, inoltre, che il carattere temporaneo dell'assegnazione risolva la difficile problematica degli attuali occupanti abusivi degli alloggi a cui non si potrebbe legittimamente attribuire un'abitazione standard (Fig. 4).

Per i servizi, sebbene la soluzione P_3 garantisca migliori performance di dotazioni territoriali, P_1 consegue il massimo valore per i servizi effettivamente realizzati e buoni risultati di accessibilità. Si configura, pertanto, come la soluzione più efficace in termini di inclusione visto il rilevante disagio economico dei residenti e la conseguente necessità di servizi realmente disponibili. Anche in tal caso l'implementazione della CER è essenziale in ragione del modello di autogestione previsto per il Parco delle Energie Rinnovabili (Fig. 5). Questo spazio, prin-



04 | Edificio AB – alloggi temporanei. Vista dal Parco delle Energie Rinnovabili
 Building AB – temporary housing. View from the Renewable Energy Park

cipale area pubblica attrezzata del quartiere, sarebbe risultato altresì di difficile realizzazione per l'insostenibilità dei costi di manutenzione e gestione (Attademo *et al.*, 2023).

Le qualità ecosistemiche di P_1 emergono per la resilienza idraulica nonostante P_2 garantisca maggiori superfici permeabili ed evapotraspiranti. Infatti, alcune ricerche (DeBarry, 2019; Sgobbo, 2020; 2022) in tema di SUDs e *Water Sensitive Urban Planning* hanno dimostrato che permeabilità ed evapotraspirazione hanno incidenza trascurabile a scala di quartiere e che l'efficacia del contrasto al *pluvial flooding* risiede nei sistemi di ritenzione piuttosto che nei lenti processi di assorbimento vegetale e di permeazione profonda. In P_1 sono previste trincee drenanti al margine della viabilità interna che convogliano le acque in vasche temporanee a scarico lento concentrate nell'area del Parco. Il volume delle vasche corrisponde al *runoff* calcolato quale differenza tra quanto atteso per piogge di altezza 145 mm e per piogge con altezza 90 mm. Il primo valore corrisponde alla pioggia di progetto che, tra 10 anni, secondo la previsione sviluppata con la metodologia di Mazzarella (1999), avrà un periodo di ritorno decennale; il secondo corrisponde all'altezza di pioggia massima per la quale, oggi, non si registrano allagamenti nel quartiere (che, empiricamente, corrisponde alla capacità di servizio dell'attuale rete di drenaggio).

Conclusioni e prospettive di ricerca

La sperimentazione condotta per il quartiere San Gaetano di Napoli conferma la tesi della ricerca dimostrando l'efficacia delle CER per il soddisfacimento dei prefissati obiettivi ambientali, sociali ed ecosistemici. Per il momento, si è in presenza di risultati parziali in quanto non è

of the current squatters of dwellings to which a standard house could not be legitimately assigned (Fig. 4). For the supply of public facilities, although P_3 solution guarantees better performance of land endowments, P_1 achieves the maximum value for the facilities actually implemented with good accessibility results. It is, therefore, the most effective solution in terms of inclusion, given the significant economic hardship of the residents and the consequent need for truly available facilities. The implementation of REC is essential for this result due to the self-management model envisaged for the Renewable Energy Park (Fig. 5). This space, the major public green area of the district, would have been difficult to create due to the unsustainable maintenance and management costs. The ecosystemic qualities of P_1 emerge

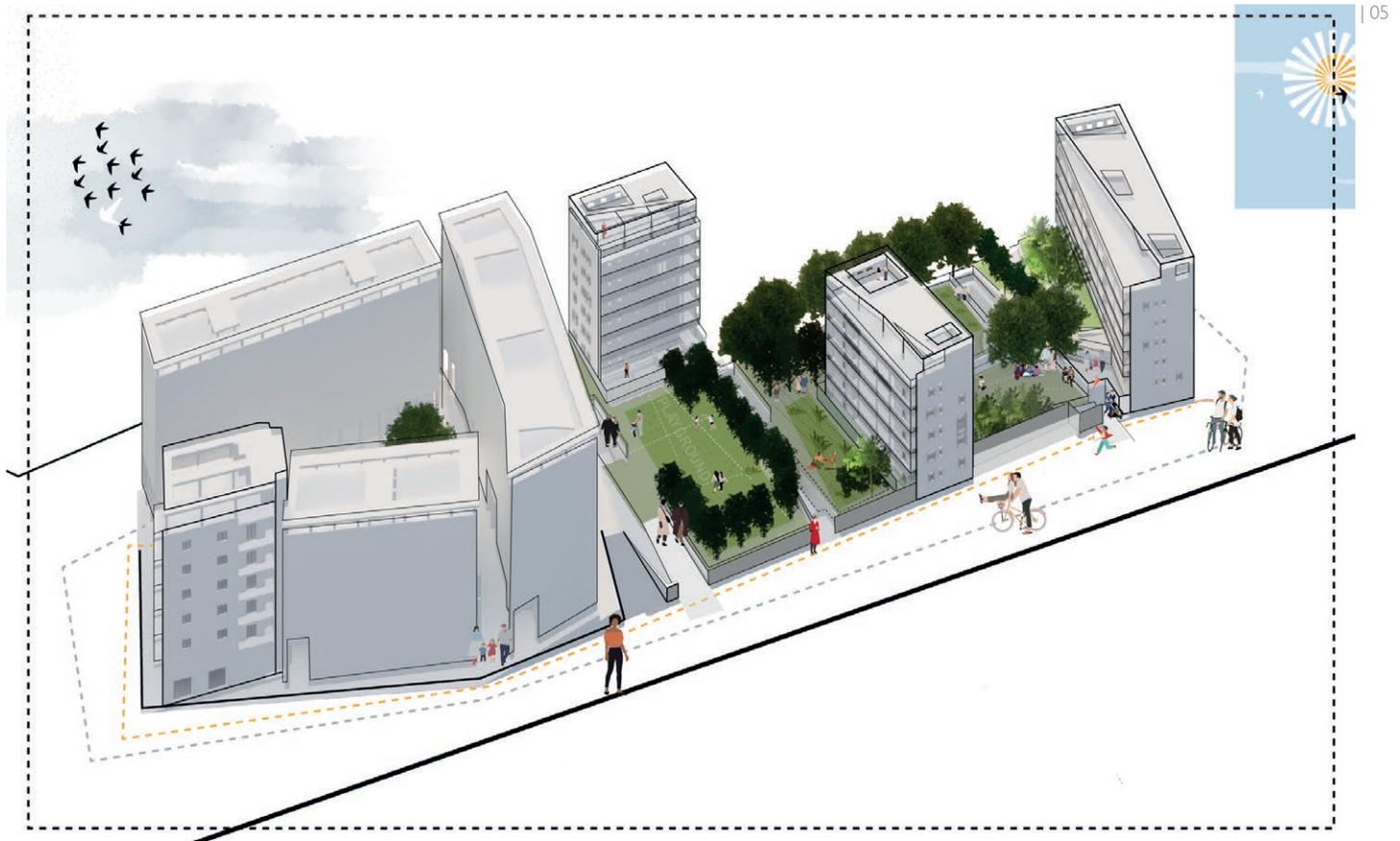
for its hydraulic resilience despite P_2 guaranteeing greater permeable and evapotranspiring surfaces. In fact, studies on SUDs and WSUP (DeBarry, 2019; Sgobbo, 2020; 2022) have shown that permeability and evapotranspiration have a negligible impact on a neighbourhood scale, and that the effectiveness of contrasting pluvial flooding lies in the retention systems rather than in the slow processes of plant absorption and deep permeation. Draining trenches are planned in P_1 at the edge of the internal road system. They convey the collected rainwater to slowly discharge temporary tanks concentrated in the park area. The volume of the tanks corresponds to the difference subtracting the runoff amount expected for rains with a height of 90 mm from the runoff amount expected for rains with a height of 145 mm. 90 mm corresponds

Key indicators	Starting conditions	Design alternatives		
		P_1	P_2	P_3
Dla	-	1.87	1.56	0.84
Dlc	0.00	0.68	0.41	0.00
ST ₁	0,40	0,40	0,40	0,60
ST ₂	0,80	3.55	2.10	2.20
ST ₃	1,05	2.44	2.44	2.88
ST ₄	0,34	2.82	1.95	3.10
SE ₁	1.00	1.00	1.00	0,82
SE ₂	0.41	1.00	0,68	0,54
SE ₃	0.21	1.00	0.57	0.21
SE ₄	0.38	1.00	1.00	1.00
DSA ₁	-	0.15	0.88	1.00
DSA ₂	-	1.00	1.00	1.00
DSA ₃	-	0.05	0.60	0.40
DSA ₄	-	0.80	1.15	1.00
Dlp	-	11.82	12.50	4.00
Dlr	-	0.00	0.60	0.80
lg	0.08	0.31	0.43	0.15

valutato ancora il contributo al mantenimento nel tempo dei benefici ottenuti, che è centrale per esprimere un giudizio esecutivo sugli esiti progettuali.

Gli elementi di positività sono tuttavia rilevanti e supportano l'interesse suscitato dalle CER negli interventi di rigenerazione urbana orientati alla transizione energetica. Le CER consentono un elevato valore aggiunto nella gestione della risorsa condivisa contribuendo all'ottimizzazione del suo utilizzo finalizzato alla decarbonizzazione quale azione prioritaria per la mitigazione del cambiamento climatico. Ciò corrisponde a consistenti benefici economici in esercizio che, capitalizzati e scontati all'attualità, consentono il recupero di disponibilità finanziarie aggiuntive utili ad incrementare la qualità generale dell'intervento anche con riferimento ad aspetti non strettamente legati all'ener-





to the maximum rainfall height for which, today, there is no flooding in the neighbourhood (that empirically corresponds to the service capacity of the current drainage network). 145 mm corresponds to the rainfall height which, in 10 years, according to the forecast developed with the methodology of Mazzarella (1999), will have a 10-year return period.

Conclusions and research perspectives

The experimentation carried out for the San Gaetano district in Naples confirms the core concept of the research by demonstrating the effectiveness of RECs in meeting environmental, social and ecosystemic goals. There are partial results because the contribution to maintain the benefits obtained over time, which is central to making a comprehensive judgement on project

outcomes, is not yet evaluated. This corresponds to substantial economic benefits in operation that, capitalised and discounted to the present, allow the recovery of additional financial availability, which is useful to increase the overall quality of the intervention also with reference to aspects not strictly related to energy and the environment. In this scenario, some limits can be identified in the final phase regarding the experimentation, which currently prevents us from verifying the maintenance over time of the social and inclusiveness effects measured today. In fact, the third phase of the research will allow to check the efficacy of the REC in terms of both the organisational contribution of the energy resource and the cooperation outcomes essential for social qualification. A positive outcome of the experimentation is identified in the ability of

the REC to pass on to community promoters the direct economic benefits achievable in operation. This is expected to sustain the active participation of housing assignees, avoiding the risk of perceiving the interventions as implemented in a purely top-down manner.

AUTHOR CONTRIBUTIONS AND ACKNOWLEDGMENTS

This paper has been written and approved by both authors Alessandro Sgobbo (A.S.) and Valeria D'Ambrosio (V.D.). A.S. is the scientific coordinator and V.D. is a member of the research team for technological and environmental contribution. However, the paragraph "Towards sustainable cities", the subparagraph "Methodological approach. Phase 2" and the paragraph "Analysis of results: comparison on social and ecosystemic aspects" are by A.S.; the subparagraph "Methodologi-

cal approach. Phase 1", the paragraph "The design experimentation of a REC in the San Gaetano district in Naples" and the paragraph "Fallout for environmental and energy aspects" are by V.D.; both edited the conclusions. The authors thank Paola Scala, Maria Fierro, Grazia Pota and Francesca Tavevi for contributing the images.

gia ed all'ambiente. In tale scenario possono essere individuati alcuni limiti nella fase conclusiva in merito alla sperimentazione che impedisce, al momento, di verificare il mantenimento nel tempo delle ricadute sociali e di inclusività oggi misurate. La terza fase della ricerca, infatti, consentirà di verificare l'efficacia della CER sia per il contributo organizzativo della risorsa energetica che per gli esiti di cooperazione indispensabili per la qualificazione sociale. Un esito positivo della sperimentazione è individuato nella capacità della CER di trasferire ai prosumer della comunità i benefici economici diretti conseguibili in esercizio. Ci si aspetta che ciò sostenga la partecipazione attiva degli assegnatari degli alloggi evitando il rischio di percepire gli interventi realizzati come un'azione unicamente top down.

ATTRIBUZIONE E RINGRAZIAMENTI

Questo articolo è stato scritto e approvato dagli autori Alessandro Sgobbo (A.S.) e Valeria D'Ambrosio (V.D.). A.S. è coordinatore scientifico della ricerca e V.D. è membro del gruppo di ricerca per gli aspetti tecnologico-ambientali. Il paragrafo "Verso città sostenibili", il sottoparagrafo "Approccio metodologico. Fase 2" e il paragrafo "Analisi dei risultati: confronto sugli aspetti sociali ed ecosistemici" sono di A.S.; il sottoparagrafo "Approccio metodologico. Fase 1", il paragrafo "La sperimentazione progettuale di una CER nel quartiere San Gaetano a Napoli" e il paragrafo "Ricadute per gli aspetti ambientali ed energetici" sono di V.D.; ad entrambi vanno attribuite le conclusioni.

Gli autori ringraziano Paola Scala, Maria Fierro, Grazia Pota e Francesca Talevi per le immagini del progetto nonché Michelangelo Russo e Filippo De Rossi per il supporto scientifico.

REFERENCES

Apreda, C., D'Ambrosio, V. and Di Martino, F. (2019), "A climate vulnerability and impact assessment model for complex urban systems", *Environmental Science and Policy*, Vol. 93, pp. 11-26.

Attademo, A., Amenta, L. and Castigliano, M. (2023), "Building Back Better Resilient Public Spaces." *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*, Vol. 7(1), pp. 39-60.

Baratta, A. (2022), "Una nuova visione dell'abitare e degli spazi dell'abitare nel PNRR", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 24, pp. 20-25.

Bichi, R. (2005), *La conduzione delle interviste nella ricerca sociale*, Carocci, Roma.

Cardone, B., D'Ambrosio, V., Di Martino, F., Miraglia, V. and Rigillo, M. (2023), "Analysis of the Ecological Efficiency Increase of Urban Green Areas in Densely Populated Cities", *Land*, Vol. 12, p. 523.

Chiaroni, D., Chiesa, V. and Frattini, F. (2019), "A rapidi passi verso la smart energy", in Sassoon, E. (Ed.), *Dallo sviluppo senza limiti ai nuovi limiti allo sviluppo*, Harvard Business Review, pp. 81.

D'Ambrosio, V. Di Martino, F., Miraglia, V. (2023) "A GIS-based framework to assess heatwave vulnerability and impact scenarios in urban systems", *Scientific Reports*, Vol. 13, pp. 13073.

D'Ambrosio, V., Di Martino, F. and Rigillo, M. (2022), "Digital geocomputational technologies for the metaproject of urban green infrastructures", *AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design*, Vol. 11, pp. 162-171.

D'Ambrosio, V. and Di Martino F. (2017), "The Metropolis research. Experimental models and decision-making processes for the adaptive environmental design in climate change", *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*, Vol. 1, n.1, pp. 187-217.

DeBarry, P.A. (2019), "Addressing Italy's urban flooding problems through the holistic watershed approach by using blue/green infrastructure", *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*, Vol. 4, n.1, pp. 127-136.

Dietz, T. (1987), "Theory and method in social impact assessment", *Sociological Inquiry*, Vol. 57, n.1, pp. 54-69.

Hewitt, R.J., Bradley, N., Baggio, Compagnucci, A., Barlagne, C., Ceglaz, A., Cremades, R., McKeen, M., Otto, I.M. and Slee, B. (2019), "Social innovation in community energy in Europe: A review of the evidence", *Frontiers in Energy Research*, Vol. 7, p. 31.

Koirala, B.P., Koliou, E., Friege, J., Hakvoort, R.A. and Herder, P. M. (2016), "Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 56, pp. 722-744.

Loorbach, D., Wittmayer, J. M., Shiroyama, H., Fujino, J. and Mizuguchi, S. (2016), *Governance of urban sustainability transitions*, Springer, Berlin.

Mazzarella, A. (1999), "Multifractal dynamic rainfall processes in Italy", *Theoretical and applied climatology*, Vol. 63, pp. 73-78.

Nussbaum, M.C. (2001), *Women and human development: The capabilities approach*, Cambridge University Press, Cambridge.

Sgobbo, A. (2017), "Eco-social innovation for efficient urban metabolisms", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 14, pp. 337-344.

Sgobbo, A. (2018), *Water Sensitive Urban Planning. Approach and opportunities in Mediterranean metropolitan areas*, INU Edizioni, Roma.

Sgobbo, A. (2020), "Inspiring & Training Energy-Spatial Socioeconomic Sustainability", *SMC - Sustainable Mediterranean Construction*, Vol. 12, pp. 138-143.

Sgobbo, A. (2022), "METROpolitan WATER Communities. Un modello di economia circolare per la gestione integrata delle risorse idriche", *TRIA - Territory of research on settlements and environment*, Vol. 15, n. 2, pp. 19-37.

Sgobbo, A. and Moccia, F.D. (2016), "Synergetic Temporary Use for the Enhancement of Historic Centers: The Pilot Project for the Naples Waterfront", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 12, pp. 253-260.

Tersigni, E., Gifuni, S. and Miraglia, V. (2021), "Un processo GIS-Based per il riconoscimento dei tipi edilizi ricorrenti nei contesti urbani finalizzato all'analisi di categorie d'intervento climate proof per la mitigazione climatica", in Cardone, B. and Di Martino, F. (Eds.), *Gis Day 2020. Il GIS per il governo e la gestione del territorio*, Aracne, Roma, pp. 73-102.

Wheeler, S.M. (Ed.) (2022), *The sustainable urban development reader*, Routledge, London.