

Elena Mussinelli, <https://orcid.org/0000-0002-4521-522X>

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

[elena.mussinelli@polimi.it](mailto:elena.mussinelli@polimi.it)

*«Tutti riceviamo un dono.  
Poi, non ricordiamo più  
né da chi né che sia.  
Soltanto, ne conserviamo  
– pungente e senza condono –  
la spina della nostalgia».  
Res amissa (Caproni, 1991)*

Affrontare il tema della transizione energetica può sembrare quasi un atto dovuto di fronte alla ben nota condizione di crisi dell'attuale contesto socioeconomico. In realtà, come diceva Flaiano più di cinquant'anni fa, «siamo in un'epoca di transizione, come sempre» (Flaiano, 1970): è infatti ormai da lungo tempo che la crisi energetica, così come quelle climatica, ambientale ed ecologica, prospettano l'esigenza di una decisa transizione verso un diverso modello di produzione e consumo, fondato su un più equilibrato rapporto tra uomo e natura. Peraltro, la forza tellurica dell'uomo come agente di modificazione degli ecosistemi e della superficie terrestre era già stata riconosciuta da Antonio Stoppani nel 1873, con la definizione di "era antropozoica", il concetto poi ripreso da Revkin nell'idea di Antropocene (Revkin, 1992). E che il cerchio delle relazioni tra natura, uomo e tecnologia fosse da chiudere già lo segnalava Barry Commoner nel 1971, prima ancora che la crisi petrolifera del 1973 imponesse alla maggior parte delle economie dell'Europa occidentale e degli Stati Uniti di cominciare a parlare di ecologia e risparmio energetico.

A cinquant'anni di distanza è ancora un evento bellico a rimettere al centro la crisi energetica, a fronte di consumi sempre crescenti e del permanere di una domanda largamente dipendente

da riserve di combustibili fossili (petrolio, carbone e gas naturale) destinate all'esaurimento. Ma anche a ricordare la stretta interdipendenza che intercorre tra un modello di sviluppo connotato da rilevanti emissioni di gas serra e da un elevato consumo e spreco delle risorse naturali e gli impatti socioeconomici e ambientali del cambiamento climatico.

I processi di trasformazione dell'ambiente costruito e il settore delle costruzioni continuano a essere i grandi protagonisti di questo scenario critico, sia perché l'edilizia è ancora uno dei settori che maggiormente contribuisce al consumo di energia e materie prime e alle emissioni di gas serra (secondo le stime dell'Agenzia Internazionale dell'Energia, esso è responsabile del 36% dei consumi globali di energia e del 39% delle emissioni di CO<sub>2</sub>), sia perché città e territori subiscono gli effetti diretti e indiretti della crisi in termini di sicurezza degli approvvigionamenti, di impatto climatico-ambientale e anche di incremento dei costi.

Lo scenario delineato in sede comunitaria per orientare e governare la transizione verso un sistema energetico a emissioni nette zero, ovvero verso la neutralità climatica (Repower UE, Clean Energy for All Europeans, Green Deal Europe) individua quattro pilastri fondamentali al fine di riuscire a contrastare la crisi energetica: il risparmio di energia, la diversificazione degli approvvigionamenti, la sostituzione dei combustibili fossili con le fonti rinnovabili, la combinazione di investimenti e riforme in modo strategico e mirato.

Obiettivi di decarbonizzazione che il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima è ora chiamato a rivedere per allineare i cinque assi di intervento integrati già previsti nel documento del 2019 (decarbonizzazione, efficienza e sicurezza energetica

## NEW ENERGIES FOR THE REGENERATION OF THE BUILT ENVIRONMENT

Addressing the issue of energy transition may almost seem necessary in the face of the widely known contemporary socioeconomic crisis. Actually, as Flaiano said more than fifty years ago, «we are in an age of transition, as always» (Flaiano, 1970). In fact, it has been a long time now that the energy crisis, as well as the climate, environmental and ecological crises, have been prospecting the need for a decisive transition to a different model of production and consumption, based on a more balanced relationship between man and nature. Moreover, the telluric force of man as an agent of modification of ecosystems and the earth's surface had already been recognised by Antonio Stoppani in 1873, with the definition of the "anthropozoic era", the concept later taken up by Revkin in the idea of the Anthropocene (Revkin, 1992). Moreover, in 1971 Barry Com-

moner had already pointed out that the circle of relations between nature, man and technology was to be closed, even before the 1973 oil crisis that forced most Western European and U.S. economies to start talking about ecology and energy saving.

Fifty years later, it is still a wartime event that restores the central role of the energy crisis, considering the ever-increasing consumption and the persistence of a demand largely dependent on fossil fuel reserves (oil, coal and natural gas) destined for depletion. It is also a reminder of the close interdependence between a development model marked by significant greenhouse gas emissions and high consumption and waste of natural resources, and the socioeconomic and environmental impacts of climate change.

The processes of transformation of the built environment and the construc-

tion sector continue to be the major players in this critical scenario, both because construction is still one of the sectors that contributes most to energy and raw material consumption and greenhouse gas emissions (according to International Energy Agency estimates, it is responsible for 36% of global energy consumption and 39% of CO<sub>2</sub> emissions), and because cities and territories are suffering the direct and indirect effects of the crisis in terms of reliable supplies, climate-environmental impact and also increased costs.

The scenario outlined in the EU framework to guide and govern the transition to a net-zero-emission energy system, i.e., to climate neutrality (EU Repower, Clean Energy for All Europeans, European Green Deal), identifies four key pillars in order to succeed in countering the energy crisis: energy saving, diversification of

sviluppo del mercato interno dell'energia, promozione della ricerca, dell'innovazione e della competitività) alla Comunicazione COM(2023) 62 "A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age" entro giugno 2024: con un vero e proprio reindirizzamento delle politiche industriali e di sviluppo del Paese verso investimenti e politiche a supporto della sostenibilità. Non senza criticità e incertezze, sia sul fronte politico che su quello scientifico, che il recente dibattito non ha mancato di evidenziare.

Le posizioni espresse dagli autori invitati a scrivere nel Dossier di questo numero di *TECHNE* indicano chiaramente che è necessaria, possibile e urgente, una svolta decisa e pervasiva verso un modello socioeconomico di tipo circolare (tema già approfondito in *TECHNE* n. 22/2021), basato sulla sobrietà, sulla cura e la manutenzione (Butera), su un consapevole mutamento degli stili di vita (Silvestrini), e sulla logica della "sufficienza" (Boonstra, Pagani).

Il primo snodo non può che essere quello della riduzione dei consumi, certamente quelli energetici ma non solo, con nuovi edifici più efficienti, adottando fonti alternative e rinnovabili (solare, geotermico, eolico, ecc.), ma soprattutto adeguando il patrimonio costruito, con azioni che non necessariamente devono riguardare l'adozione di sistemi, componenti e materiali ad alto tasso di innovazione tecnologica, quanto piuttosto prospettare comportamenti più adeguati nella gestione e nell'utilizzo dei beni edilizi, delle città e dei territori.

Parlando del contesto italiano, spesso si sottolineano le problematiche legate alla inadeguatezza e alla bassa qualità del costruito, dovuta anche alla mancanza di una cultura della manutenzione e della riqualificazione dell'esistente, ma non si può

dimenticare che il nostro patrimonio edilizio è frutto di una eredità plurisecolare, con permanenze che – valutate sul loro lunghissimo ciclo di vita – dimostrano *performances* di gran lunga superiori a qualsiasi realizzazione contemporanea.

La scala urbana rappresenta un ambito centrale di riflessione, ricerca e sperimentazione, per l'entità degli impatti generati dalle città in chiave energetica, climatica e ambientale, ma anche, viceversa, per i relevantissimi effetti causati dalla crisi energetica, ambientale e climatica sulle città stesse, anche considerando il ruolo chiave dello spazio pubblico, oltre gli aspetti di una mobilità più sostenibile, e l'importanza di azioni sistemiche in grado di produrre benefici di portata sovralocale, urbana e territoriale.

In questa direzione vanno diversi contributi presentati in risposta alla call del n. 26 di *TECHNE*, con la prospettazione di percorsi programmatici e progettuali orientati al superamento dello *standard NZEB*, per la formazione di *Positive Energy Buildings* e *Districts*, così come le sperimentazioni riferite a processi di transizione di tipo comunitario, ispirate alle logiche del *co-design* e a modelli collaborativi di democrazia energetica (Comunità Energetiche di Cittadini-CEC e Rinnovabili-CER). Le comunità, nelle loro diverse forme (locali, identitarie, di interesse, ecc.), quando adeguatamente capacitate, appaiono in fatti come la sede ideale nella quale affrontare in modo proattivo le tematiche del cambiamento climatico, della sostenibilità, dello sviluppo delle rinnovabili, della circolarità. Come scrive Luigi Pellizzoni, docente di Sociologia dell'Ambiente e del Territorio presso il Dipartimento di Scienze Politiche dell'Università degli Studi di Trieste: «L'energia di comunità viene descritta in termini di iniziative in cui le comunità mostrano un elevato grado di

supply, replacement of fossil fuels by renewable sources, and the combination of investments and reforms in a strategic and targeted way.

Decarbonisation goals the *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (Integrated National Energy and Climate Plan) is now called upon to revise in order to align the five integrated axes of intervention already envisaged in the 2019 document (decarbonisation, energy efficiency and safety, development of the internal energy market, promotion of research, innovation and competitiveness) with Communication COM(2023) 62 "A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age" by June 2024. This entails a genuine redirection of the country's industrial and development policies towards investments and policies supporting sustainability. Not without critical issues and uncertainties, both on the political

and scientific fronts, which the recent debate has not failed to highlight.

The positions expressed by the authors invited to contribute papers to the Dossier of this issue of *TECHNE* clearly indicate that a decisive and pervasive turn towards a circular socioeconomic model (a theme already explored in *TECHNE* n. 22/2021), based on sobriety, care and maintenance (Butera), on a conscious change in lifestyles (Silvestrini), and on the rationale of "sufficiency" (Boonstra, Pagani) is necessary, possible and urgent.

The first point can only be to reduce consumptions, certainly those of energy but not only, with new more efficient buildings, adopting alternative and renewable sources (solar, geothermal, wind, etc.), but above all by adapting the built environment with actions that do not necessarily have to aim at adopting systems, components and

materials featuring a high rate of technological innovation. Instead, more appropriate behaviours should be envisaged for the management and use of building assets, cities and territories. Regarding the Italian context, problems related to the inadequacy and low quality of the built environment are often emphasised, also due to the lack of a culture of maintenance and redevelopment of the existing context. Anyhow, it cannot be forgotten that our built heritage is the result of a centuries-old legacy, with persisting situations that – evaluated over their very long lifecycle – demonstrate performances far superior to any contemporary construction.

The urban scale represents a central area of reflection, research and experimentation, because of the entity of the impacts generated by cities in terms of energy, climate and environment, but

also, conversely, for the very significant effects caused by the energy, environmental and climate crisis on the cities themselves. The key role of public space, beyond the aspects of more sustainable mobility, and the importance of systemic actions capable of producing benefits of supra-local, urban and territorial scope, should also be taken into account.

Several papers submitted in response to the *TECHNE* no. 26 call follow this direction, with the prospective of programmatic and design pathways oriented to overcome the *NZEB standards*, for the formation of *Positive Energy Buildings and Districts*, as well as experiments on transition processes in community settings, inspired by the rationale of *co-design* and collaborative models of energy democracy (Citizens' Energy Communities-CEC and Renewable-CER).

proprietà o controllo e godono di significativi benefici collettivi legati alla generazione, gestione, conservazione, acquisizione e consumo dell'energia; benefici che si estendono alla collettività più ampia nella misura in cui tali iniziative portano a uno sviluppo delle rinnovabili e a una riduzione dei consumi energetici» (Pellizzoni, 2018).

Dai contributi emerge inoltre una visione trasversalmente condivisa circa l'esigenza di integrare la questione energetica nei processi di rigenerazione eco-sociale dei quartieri, dell'edilizia residenziale pubblica e dei servizi, secondo strategie programmatiche e progettuali multilivello, che agiscono in modo organico su tutti gli aspetti ambientali, tecnologici, sociali, funzionali e gestionali che possano assumere rilevanza sovralocale. Anche affrontando le problematiche di compatibilità con le esigenze di tutela e valorizzazione del patrimonio culturale, ambientale e paesaggistico (dai centri storici, ai borghi, alle aree interne e marginali), per coniugare i principi di una necessaria autosufficienza energetica con le criticità e il sistema delle risorse locali (progetti *place/resource based*), e con i valori etici, estetici e identitari dei singoli contesti.

Sul fronte delle procedure e degli strumenti per la decarbonizzazione a scala edilizia, negli ultimi anni si è registrato un crescente interesse per l'innovazione tecnologica finalizzata alla riduzione e al tendenziale azzeramento dei consumi energetici e a una consistente limitazione delle emissioni dei gas serra, sia nelle nuove costruzioni che nell'adeguamento di quelle esistenti, con la messa a punto di soluzioni avanzate in diversi ambiti. Ad esempio, attraverso la regolazione termica automatizzata dei sistemi di riscaldamento/raffreddamento e il monitoraggio e controllo intelligente dei consumi; mediante l'isolamento

termo-acustico degli involucri con materiali altamente performanti; con un crescente utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e con l'impiego di materiali riciclabili e/o riciclati, a base di biomasse, biologici ed eco-compatibili. Soluzioni anche sperimentali e spesso in progress, dato che i loro costi, pur se in diminuzione, restano non sempre diffusamente accessibili, nonostante le politiche di incentivazione economica e fiscale.

Tra gli apporti di ricerca e sperimentazione documentati in questo numero di *TECHNE*, si possono richiamare quelli finalizzati alla ottimizzazione delle prestazioni degli involucri edilizi, all'integrazione di sistemi e componenti fotovoltaici termo-elettrici, ai sistemi di accumuli integrati idrici e termici, ma anche contributi a carattere metodologico e operativo per la definizione di procedure e set di indicatori per quantificare le emissioni di CO<sub>2</sub> e per valutare la *Whole Life Carbon*, ovvero le emissioni di carbonio incorporate nelle costruzioni; o ancora per finalizzare le tecnologie digitali e il *Building Information System* (BIS) al monitoraggio dei consumi e all'ottimizzazione degli interventi di riqualificazione del costruito. Soluzioni, o meglio sistemi di soluzioni sempre più interconnesse, sia *high-tech* che *low-tech*, che devono sempre essere caratterizzate da buoni livelli di prestazione al tempo stesso energetica e ambientale, nonché da notevole flessibilità e adattabilità nell'impiego rispetto a contesti insediativi, climatici e produttivi e a manufatti edilizi anche molto diversificati.

Non va però dimenticato un fattore critico che ancora permane nella valutazione dell'effettiva efficacia ed efficienza di tali soluzioni, quello del monitoraggio dei risultati in termini di miglioramento della *performance* ambientale ed energetica, strettamente legata a modalità d'uso degli edifici e degli spazi che

Communities, in their various forms (local, identity-based, interest-based, etc.), when properly capacitated, appear as the ideal framework in which to proactively address the issues of climate change, sustainability, renewables development, and circularity. As Luigi Pellizzoni, Professor of Sociology of Environment and Territory at the Department of Political Science, University of Trieste, writes: «Community energy is described in terms of initiatives by which communities show a high degree of ownership or control and enjoy significant collective benefits related to the generation, management, conservation, acquisition and consumption of energy; benefits that extend to the broader community as such initiatives lead to the development of renewables and a reduction in energy consumption» (Pellizzoni, 2018).

A transversally shared vision also emerges from the contributions about the need to integrate the energy issue into the eco-social regeneration processes of neighbourhoods, public housing and services, according to multilevel planning and design strategies that harmoniously target all environmental, technological, social, functional and managerial aspects of supra-local importance. Also addressing issues of compatibility with the need to protect and enhance cultural, environmental and landscape heritage (from historic centres, to towns, to internal and marginal areas), to combine the principles of a necessary energy self-sufficiency with the criticalities and system of local resources (*place/resource based projects*), and with the ethical, aesthetic and identity values of each context.

With regard to procedures and tools

for decarbonisation at the building scale, in recent years there has been a growing interest in technological innovation aimed at reducing and trending toward zero energy consumption, and a consistent limitation of greenhouse gas emissions, both in new buildings and in retrofitting existing ones, with the development of advanced solutions in several fields. For example, through automated thermal regulation of heating/cooling systems and intelligent monitoring and control of consumption; through thermo-acoustic insulation of envelopes with high performance materials; through increasing use of renewable energy sources; and through the use of recyclable and/or recycled, biomass-based, biological and eco-friendly materials. Solutions that are also experimental and often in progress, since their costs, although decreasing, remain not always widely

accessible, despite economic and fiscal incentive policies.

Among the research and experimentation contributions documented in this issue of *TECHNE*, we can recall those aimed at optimising the performance of building envelopes, the integration of thermo-electric photovoltaic systems and components, and integrated water and thermal storage systems, but also papers on a methodological and operational approach to defining procedures and sets of indicators to quantify CO<sub>2</sub> emissions and to assess *Whole Life Carbon*, that is, carbon emissions embedded in buildings; or even to finalise digital technologies and the *Building Information System* (BIS) to monitor consumption and optimise interventions in the redevelopment of the built environment. Solutions, or rather systems of increasingly interconnected solu-

possono condizionare fortemente i benefici conseguiti (anche sotto il profilo economico). Con consumi energetici reali, ad esempio, spesso superiori rispetto a quelli teorici stimati. La pratica sistematica del monitoraggio ex-post, dalle verifiche del comportamento dell'opera realizzata, all'accertamento oggettivo degli impatti/benefici ambientali attraverso opportuni indicatori, includendovi non da ultimo i parametri relativi ai sei criteri del *Do No Significant Harm* (DNSH), se ben presente alla comunità scientifica, non appare ancora né diffusamente né rigorosamente praticata, sia perché vista come un ulteriore aggravio burocratico-procedurale, sia per oggettive carenze nelle dotazioni di risorse tecniche e umane nella pubblica amministrazione. Ostacoli necessariamente da superare, sia con investimenti dedicati, sia con l'adozione di metodi e strumenti, anche in parte automatizzati, più snelli e speditivi, e ben focalizzati sulla valutazione del raggiungimento di *target* prioritari, ragionevolmente perseguibili in modo integrato. Sia il dibattito pubblico che molte posizioni della ricerca scientifica tendono invece a focalizzarsi in modo esasperato sulla sola problematica energetica, anche con esiti paradossali (case unifamiliari a "energia positiva", del tutto insostenibili sotto il profilo del modello insediativo). Da questo punto di vista il progetto resta la chiave di volta per ricordarsi del "dono" e contemperare in modo appropriato al luogo e alle preesistenze ambientali le esigenze di innovazione tecnologica a servizio della transizione energetica con quelle che necessariamente devono garantire la tutela del paesaggio italiano nelle sue identità e peculiarità, entro una visione olistica in grado di produrre, ancora, spazi e luoghi di qualità.

tions, both *high-tech* and *low-tech*, which must always be characterised by high performance standards in terms of energy and environment, as well as by considerable flexibility and adaptability in their use with respect to settlement, climatic and production contexts and to even very diverse building artefacts. However, we should not forget a critical factor that still lingers in the evaluation of the actual effectiveness and efficiency of such solutions, that of monitoring results in terms of improved environmental and energy performance, which is closely linked to modes of use of buildings and spaces that can strongly affect the benefits achieved (including from an economic perspective). With actual energy consumption, for example, that is often higher than estimated theoretical energy consumption.

The systematic practice of ex-post monitoring, from verifying the behaviour of completed constructions to the objective assessment of environmental impacts/benefits through appropriate indicators, including, not least of all, parameters related to the six criteria of the *Do No Significant Harm* (DNSH), is clear to the scientific community. However, it is neither widely nor rigorously practiced, both because it is seen as an additional bureaucratic-procedural burden, and due to objective deficiencies in the technical and human resource endowments in public administration. Such barriers must necessarily be removed, both through dedicated investments and the adoption of methods and tools, even partly automated, that are more streamlined and expeditious, and keenly focused on assessing the achievement of priority targets, which can be reasonably

## REFERENCES

- Flaiano E. (1970), *Il gioco e il massacro*, Adelphi Edizioni.
- Commoner, B. (1971), *The closing circle. Nature, man, and technology* (ed. it. *Il cerchio da chiudere. La natura, l'uomo e la tecnologia*, Garzanti, 1972).
- Revkin A. (1992), *Global Warming: Understanding the Forecast*, Abbeville Press.
- AA.VV. (2017), *Reinventing Construction through a productivity revolution*, McKinsey Global Institute.
- Pellizzoni L. (2018), *Energia di comunità. Una ricognizione critica della letteratura*, in: Giorgio Osti, Luigi Pellizzoni (Ed.) (2018), "Energia e innovazione tra flussi globali e circuiti locali", *EUT Edizioni Università di Trieste*, pp. 17-41.
- pursued in an integrated manner. Instead, both the public debate and many positions of scientific research tend to exaggeratedly focus on the energy issue alone, even with paradoxical outcomes (single-family "positive energy" houses, completely unsustainable from the point of view of the settlement model). In this regard, the project remains the key to remembering the "gift", and to balancing, in a way appropriate to the place and to existing environmental situations, the need for technological innovation at the service of energy transition with needs that must necessarily guarantee protection of the Italian landscape's identities and peculiarities, within a holistic vision still capable of producing quality spaces and places.