POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Affrontare la transizione: priorità e strumenti per il monitoraggio alla scala urbana / Addressing the transition: priorities and tools for monitoring at the urban scale

Original
Affrontare la transizione: priorità e strumenti per il monitoraggio alla scala urbana / Addressing the transition: priorities and tools for monitoring at the urban scale / Pollo, R., Trane, M. - In: Progettazione Ambientale, sfide globali, scenari di ricerca / Losasso M., Romano R.. - STAMPA. - Santarcangelo di Romagna : Maggioli, 2025. - ISBN 9788891672445. - pp. 160-165 [10.30448/UNI.916.72445]

Availability:
This version is available at: 11583/3008363 since: 2026-03-13T10:00:56Z

Publisher:
Maggioli

Published
DOI:10.30448/UNI.916.72445

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

19 November 2026



a cura di / edited by
Mario Losasso
Rosa Romano

SITdA
Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura
CLUSTER
PROGETTAZIONE AMBIENTALE

Progettazione Ambientale, sfide globali, scenari di ricerca

Environmental Design, global challenges, research scenarios

Book series STUDI E PROGETTI
directors *Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli*
coordinator *Andrea Tartaglia*
editorial board *Chiara Agosti, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, Raffaella Riva, Annamaria Sereni*
scientific committee *Marco Biraghi, Luigi Ferrara, Francesco Karrer, Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Jan Rosvall, Gianni Verga*

edited by
Mario Losasso
Rosa Romano

editorial and editing assistants
Elisa Mazzoni
Sara Verde
Chiara Ceccarelli

The book is the result of research carried out within the Environmental Design Cluster of SIT*d*A (Italian Society of Architectural Technology), which involved members from: Milan Polytechnic, Turin Polytechnic, Sapienza University of Rome, University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, University of Campania "Luigi Vanvitelli", University of Genova, University of Naples Federico II, University of Ferrara, University of Florence, University of Palermo, Mediterranea University of Reggio Calabria, University of Camerino, University of Catania, University of Bergamo, Iuav University of Venice, Alma Mater Studiorum University of Bologna, University of Sassari.

The book has been subjected to double blind peer review.

Cover: The organization of living space, Eduardo Vittoria, 1973 (courtesy of the Eduardo Vittoria Fund, DiARC - Department of Architecture, University of Naples Federico II).

ISBN 9788891672445
DOI 10.30448/UNI.916.72445

© Copyright 2025 of authors.
Released in the month of December 2025.
Published by Maggioli Editore in Open Access with Creative Commons License
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Maggioli Editore is a trademark of Maggioli Spa
Company with certified quality system ISO 9001:2015
47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8
Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595
www. maggiolieditore.it • e-mail: clienti.editore@maggioli.it

Progettazione Ambientale, sfide globali, scenari di ricerca

Contributi alla ricerca del Cluster Progettazione Ambientale della Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura

Environmental Design, global challenges, research scenarios

Contributions to research of the Environmental Design Cluster of the Italian Society of Architectural Technology

a cura di / edited by

Mario Losasso

Rosa Romano

MAGGIOLI EDITORE

Indice / Index

PRESENTAZIONI / FOREWORDS

12 Natura come risorsa per la definizione di nuovi habitat biofilici / Nature as a resource for defining new biophilic habitats
Roberto Bologna

15 Urbanistica e Progettazione Ambientale: affinità e allineamenti concettuali / Urban Planning and Environmental Design: conceptual similarities and alignments
Michelangelo Russo

18 L'identità culturale del Cluster nella continuità di passato e presente / The cultural identity of the Cluster as a continuity of past and present
Marina Rigillo

20 Progettazione Ambientale e cultura del progetto. Dal "fare verde" al "produrre ambiente" / Environmental Design and the culture of the project. From "making green" to "creating environment"
Giuseppe De Luca

PREFAZIONE / PREFACE

26 Progettazione Ambientale, sfide globali, scenari di ricerca / Environmental Design, global challenges, research scenarios
Mario Losasso, Rosa Romano

PARTE 1
EVOLUZIONE E ATTUALITÀ DELLA RICERCA NELLA PROGETTAZIONE AMBIENTALE / EVOLUTION AND LATEST RESEARCH IN ENVIRONMENTAL DESIGN

56 Ambienti costruiti di nuova generazione intelligenti e sostenibili / Next generation smart and sustainable built environments
Laura Aelenei, Susana Viana

64 Environmental Design: azioni di ricerca nello scenario della progettazione EU / Environmental Design: research actions in the EU design scenario
Andrea Boeri

72 Il Green City Network: una rete di città verso la transizione ecologica / The Green City Network: a network of cities towards the ecological transition
Anna Parasacchi

76 Le sfide della Progettazione Ambientale: neutralità climatica, circolarità delle risorse, qualità ecologica / Environmental Design challenges: climate neutrality, resource circularity, ecological quality
Fabrizio Tucci

PARTE 2
RICERCA COMPETITIVA E AMBITI TEMATICI DEL CLUSTER PROGETTAZIONE AMBIENTALE / COMPETITIVE RESEARCH AND THEMATIC AREAS OF THE ENVIRONMENTAL DESIGN CLUSTER

2.1 CAMBIAMENTO CLIMATICO / CLIMATE CHANGE

2.1.1 Resilienza climatica: strumenti e metodi applicativi / Climate resilience: tools and application methods

90 Introduzione. La Progettazione Ambientale per la sfida ai cambiamenti climatici: verso un "bipolarismo" consapevole / Introduction. Environmental Design for the climate change challenge: towards conscious "bipolarity"
Federica Ottone

94 Un quadro metodologico per l'analisi di dati multi-source finalizzata alla valutazione e alla conservazione del patrimonio culturale / A methodological framework for multi-source data analysis aimed at the assessment and preservation of cultural heritage
Alessandra Battisti, Angelo Figliola, Maria Valese, Paola Altamura

102 Interventi climate-proof e modelli di supporto alle decisioni per la resilienza degli insediamenti urbani / Climate-proof interventions and decision support models for resilience of urban settlements
Maria Fabrizia Clemente, Valeria D'Ambrosio, Vittorio Miraglia, Enza Tersigni

110 Nature-based Solutions e Natural Infrastructures per la ricerca e il progetto tecnologico ambientale / Nature-based Solutions and Natural Infrastructures for research and environmental technological design
Roberto Bologna, Giulio Hasanaj

2.1.2 Adattamento e mitigazione per contrastare il cambiamento climatico / Adaptation and mitigation to tackle climate change

116 Introduzione. Tendenze rigenerative tra progetto, processo e metodo / Introduction. Regenerative trends among project, process, and method
Gianluca Brunetti, Adriano Magliocco

122 Infrastrutture verdi e restauro costiero: il waterfront di Siracusa / Green infrastructure and coastal restoration. The Siracusa waterfront
Luigi Alini, Enrico Foti, Rosaria Ester Musumeci

128 Ventilazione notturna. Studi per un'estensione di applicabilità / Night ventilation. Studies for an extension of applicability
Gianluca Brunetti

134 Strategie innovative per la mitigazione climatica delle città del Sud Europa / Innovative strategies for climate mitigation in Southern European cities
Eliana Cangelli, Michele Conteduca, Valerio Fonti

140 Valutazione e adeguamento energetico-ambientale di strutture di valore storico e architettonico nel contesto della conservazione dei giardini classici / Energy and environmental assessment and retrofit of historic heritage buildings in the context of classical garden conservation
Marco Cimillo, Adam Brillhart, Xi Chen, Hanyue Lei

146 Modelli innovativi per lo spazio abitabile climate proof a Napoli nord. La ricerca PER_CENT Periferie al Centro / Innovative models for climate proof living space in north Naples. PER_CENT research Peripheries at the Centre
Federica Dell'Acqua, Sara Verde, Giuseppina Santomartino

154 Le Nature-based Solutions per la riqualificazione dell'habitat urbano / Nature-based Solutions for urban habitat redevelopment
Adriano Magliocco, Katia Perini, Maria Canepa

160 Affrontare la transizione: priorità e strumenti per il monitoraggio alla scala urbana / Addressing the transition: priorities and tools for monitoring at the urban scale
Riccardo Pollo, Matteo Trane

166 La Progettazione Ambientale per l'adattamento dei sistemi urbani al cambiamento climatico: Codogno 2050 / Environmental Design for the adaptation of urban systems to climate change: Codogno 2050
Andrea Tartaglia, Davide Cerati

172 Design for Adaptation: soluzioni circolari clima-adattive per gli insediamenti urbani / Design for Adaptation: climate-adaptive circular solutions for urban settlements
Livia Calcagni, Alberto Calenzo

2.1.3 Neutralità climatica e nuovi modelli di habitat / Climate neutrality and new habitat models

178 Introduzione. Sfide e driver per modellare gli habitat nelle città climaticamente neutre / Introduction. Challenges and drivers for shaping the habitat in climate neutral cities
Jacopo Gaspari

184 Neutralità climatica e nuovi modelli di habitat. La circolarità e la self sufficiency nell'ottica della transizione per la neutralità climatica / Climate neutrality and new habitat models. Circularity and self-sufficiency in the perspective of the transition to climate neutrality
Fabrizio Amadei, Caterina Dalsasso, Lavinia Montagner, Violetta Tulelli

192 Distretti urbani carbon neutral: casi di studio, soluzioni energetiche e bioclimatiche / Carbon neutral urban districts: case studies, energy and bioclimate solutions
Lidia Maria Giannini, Kristina Mitrik, Federica Nava, Maria Michaela Pani

200 Il design rigenerativo ed ecologico per la ricerca applicata e di frontiera. L'esperienza dei laboratori della sede di Reggio Calabria / Regenerative and ecological design for applied and frontier research. The experience of the Reggio Calabria laboratories
Consuelo Nava

206 Resilienza, adattamento e mitigazione verso la neutralità climatica di architetture e distretti "green": strategie, soluzioni, modalità innovative di intervento / Resilience, adaptation, and mitigation toward climate neutrality of "green" architectures and districts: strategies, solutions, innovative modalities of intervention
Fabrizio Tucci, Domenico D'Olimpio, Valeria Cecafosso, Marco Giampaoletti, Marco Delli Paoli, Maria Beatrice Andreucci

2.2 CIRCOLARITÀ DELLE RISORSE / RESOURCE CIRCULARITY

2.2.1 Processi sistemici di matrice ambientale per il circular design / Systemic processes of environmental matrix for circular design

218 Introduzione. Processi circolari e settore delle costruzioni: ricerche e riflessioni / Introduction. Circular processes and the construction sector: research and considerations
Massimo Rossetti, Riccardo Pollo

222 L'esperienza del costruire, un approccio possibile all'architettura circolare / The experience of building, a viable approach to circular architecture
Alessio Battistella

228 Green Responsive System. Advanced Circular Design Process applicato alla sperimentazione su un dispositivo stoccatore di CO_2 / Green Responsive System. Advanced Circular Design Process applied to experimentation on a CO_2 storage device
Domenico Lucanto

234 Un approccio sistemico per un'industria a misura d'ambiente e circolare. La sfida dei siti estrattivi dismessi in Sardegna / A systemic approach for an environmentally and circular industry. The challenge of abandoned quarries sites in Sardinia
Katia Gasparini, Antonello Monsù Scolaro

240 Ambiente costruito tra processi circolari e identità culturale: radici e scenari futuribili nel Sud del Mediterraneo / Circular processes and cultural identity for the built environment: roots and future scenarios in the Southern Mediterranean
Maria Luisa Germanà

246 Design for disassembly come risposta all'emergenza abitativa causata dal cambiamento climatico / Design for disassembly as a response to housing emergency caused by climate change
Massimo Rossetti

2.2.2 Gestione sostenibile delle risorse e dei cicli di vita di sistemi e prodotti / Sustainable management of resources and life cycles of systems and products

252 Introduzione. Cominciare dalla fine. Scarto come risorsa nel ciclo di vita dei prodotti / Introduction. Starting from the end. Waste as a resource in the product life cycle
Serena Baiani

258 Uso efficiente e circolare delle risorse nel progetto dell'esistente. Un approccio multiscalare / Efficient and circular use of resources in the design of the existing. A multiscalar approach
Serena Baiani, Gaia Turchetti, Giada Romano, Gabriele Rossini

266 Impatti ambientali LCA del patrimonio costruito europeo: benchmark e target di miglioramento / LCA environmental impacts of European building stock: benchmarks and targets for improvement
Monica Lavagna, Anna Dalla Valle, Serena Giorgi
272 Sviluppo di LCA, banche dati e tool a supporto della progettazione e produzione sostenibile in architettura / LCA databases and tools focused on sustainable design and construction in architecture
Elisabetta Palumbo

2.3 QUALITÀ AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL QUALITY
2.3.1 Environmental Design e One Health / Environmental Design and One Health
280 Introduzione. Progettazione Ambientale e Salute / Introduction. Environmental Design and One Health
Erminia Attaianese, Rosa Maria Vitrano
286 Il progetto human-environment-centered per l'abitare emergente in ottica life-course / Human-environment-centered approach to the emergent dwelling in the life-course perspective
Erminia Attaianese, Maddalena Illario
292 Metodi integrati per la valutazione della qualità ambientale interna attraverso strumenti complessi / Integrated methods for the assessment of indoor environment quality through complex tools
Alessandra Donato
298 Greenways ciclabili come paesaggi fruibili. Un progetto strategico per integrare accessibilità e resilienza nel territorio lodigiano / Cycling greenways as usable landscapes. A strategic project to integrate accessibility and resilience in the Lodi area
Elena Mussinelli, Annamaria Sereni
304 Selezionare i prodotti edilizi con l'approccio One Health / Selecting building products with the One Health approach
Ilaria Oberti

2.3.2 Partecipazione e inclusione sociale / Participation and social inclusion
310 Introduzione. Per un quadro di riferimento / Introduction. Reference Framework
Renata Valente, Daniele Fanzini
316 Il progetto ambientale per la cura e la valorizzazione dei beni comuni / The environmental project for the care and enhancement of the common goods
Roberto Bolici, Raffaele Riva
322 Metodologie e strumenti per la co-progettazione di interventi di riattivazione urbana / Methodologies and tools for the co-design of urban reactivation interventions
Daniele Fanzini
328 Studi e ricerche finalizzati agli approfondimenti di Progettazione Ambientale, partecipazione e inclusione sociale nell'ambito del progetto di riqualificazione del sistema del verde urbano / Studies and research aimed at in-depth studies of Environmental Design, participation and social inclusion in the context of the urban green system redevelopment project
Matteo Gambaro
334 Co-design e tecnologie digitali: open platforms per facilitare la partecipazione degli utenti in scenari di transizione / Co-design and digital technologies: open platforms to facilitate user participation in transition scenarios
Giuseppe Mangano
340 Comunità urbane sostenibili e solidali intorno a edifici e luoghi pubblici / Sustainable and supportive urban communities around public spaces and buildings
Renata Valente, Roberto Bosco, Savino Giacobbe

2.3.3 Habitat innovativi ed ecosostenibili / Innovative and eco-sustainable habitats
348 Introduzione. Nuove dimensioni abitative del rapporto uomo-ambiente / Introduction. New man-environment living dimensions
Francesca Muzzillo, Michela Toni

358 Da scenario a progetto: processi innovativi di rigenerazione per lo sviluppo dei borghi rurali / From scenario to project: innovative regeneration processes for the rural villages development
Angela Calvano, Andrea Canducci, Adriano Ruggiero

366 Innovazione urbana tra tecnologie, clima e impatto sociale / Urban innovation between technologies, climate and social impact
Roberta Cocci Grifoni, Graziano Enzo Marchesani, Dajla Riera

372 Network strategici per azioni di re-generative design. Il progetto Green Lucania / Strategic networks for re-generative design actions. The Green Lucania project
Antonella Falotico

378 Paesaggi urbani in divenire per la costruzione di habitat resilienti / Evolving urban landscapes for building resilient habitats
Monica Cannaviello, Rossella Franchino, Caterina Frettoloso, Francesca Muzzillo, Antonella Violano

386 Progetto dello spazio costruito per il benessere degli utenti e delle comunità secondo un approccio restorative design / Design of built space for the well-being of users and communities using a restorative design approach
Paola Gallo

392 L'attrattività degli habitat interni. Il caso di San Valentino in Abruzzo Citeriore / The attractiveness of inland habitats. The case of San Valentino in Abruzzo Citeriore
Luciana Mastrolonardo, Donatella Radogna

398 Sistemi tecnologici adattivi per habitat innovativi ed eco-sostenibili / Adaptive technological systems for innovative and eco-sustainable habitats
Rosa Romano

406 Progettazione Ambientale come sistema di qualità / Environmental Design as a quality system
Michela Toni

412 Dal consumo alla cura / From consumption to care
Rosa Maria Vitrano

PARTE 3
LA PROGETTAZIONE AMBIENTALE NELLA DOMANDA EMERGENTE DI RICERCA / ENVIRONMENTAL DESIGN IN EMERGING RESEARCH DEMAND

420 Do technologists dream of digital sheep? Riflessioni su cambiamenti e metamorfosi della ricerca / Do technologists dream of digital sheep? Reflections upon changes and metamorphoses in research
Alessandra Battisti

424 La Progettazione Ambientale nella domanda emergente di ricerca. Progettare l'ambiente, progettare per l'ambiente / Environmental Design in the emerging research demand. Design the environment, design for the environment
Elena Mussinelli

428 Quale innovazione per quale progetto ambientale ovvero "applicare la ricerca" / What innovation for what environmental project i.e. "applying research"
Consuelo Nava

434 Verso una nuova strategia della ricerca / Towards a new research strategy
Maria Teresa Lucarelli

438 La Progettazione Ambientale come progettazione della complessità per affrontare le sfide del presente e gli scenari evolutivi futuri / Environmental Design as the design of complexity to address present challenges and future evolutionary scenarios
Marco Sala

Affrontare la transizione: priorità e strumenti per il monitoraggio alla scala urbana / *Addressing the transition: priorities and tools for monitoring at the urban scale*

Riccardo Pollo, Matteo Trane
Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, Politecnico di Torino

Introduction

The contribution draws from the work developed by Politecnico di Torino Research Unit in the PRIN TECH-START project (Key enabling TECHnologies and Smart environmenT in the Age of gReen economy – convergent innovations in the open space/building system for climaTe mitigation). Significant research issues and debates emerged from the experience, related to the scale of investigation and impact of processes under analysis. The research further developed in a doctoral research in collaboration with the Joint Research Centre of the European Commission (JRC), Ispra on the operationalization of the Sustainable Development Goals (SDGs) and European Green Deal (EGD) policies.

Spatialization is implicit in the concept of the Agenda 2030 goals, EGD policies, and thus flows of matter, energy, and information, triggered by individual and collective needs and activities (Dijst et al., 2018). Such an assumption is central for an activation of ecological transition processes, which presupposes the elimination of socio-behavioral, infrastructural, economic, institutional, and ontological barriers that often manifest and find nourishment at the urban, micro-urban, and individual scales. Overcoming these obstacles requires the identification and full acknowledgement of local priorities, co-creatin of place-based solutions actors at stake, and ambition alignment between the levels of governance (Trane et al., 2024).

Inter-personal relationships, which mostly take shape in the built environment of cities, are framed by this "glocal" correlation between the spatial design dimension and the ecological limits imposed by need to remain within Planetary Boundaries (PB) (Rockströmet al., 2009). Therefore, within the urban sphere of proximity,

Introduzione

Il contributo trae spunto dal lavoro sviluppato dall'UO (Unità Operativa) del Politecnico di Torino nel corso del progetto PRIN TECH-START (*key enabling TECHnologies and Smart environmenT in the Age of gReen economy. convergent innovations in the open space/building system for climaTe mitigation*), dal dibattito con le altre sedi, e dagli esiti della ricerca stessa. In particolare, dall'esperienza sono emersi alcuni nodi significativi rispetto alle implicazioni derivanti dalla scala alla quale sono stati indagati i processi che determinano un impatto sull'ambiente, dall'efficacia degli schemi concettuali e metodologici adottati, e dalle metriche per il governo e la conoscenza dei processi. L'indagine, inoltre, si è sviluppata nell'ambito di in una ricerca dottorale condotta in collaborazione con il *Joint Research Centre* della Commissione Europea (JRC), Ispra rispetto all'implementazione territoriale degli *Sustainable Development Goals* (SDG) e delle *policy* dell'*European Green Deal* (EGD).

La collocazione nello spazio antropizzato è implicita nel concetto di "localizzazione" degli obiettivi dell'Agenda 2030, delle *policy* EGD, e quindi dei flussi di materia, energia, e informazione, scaturiti da esigenze e attività individuali e collettive (Dijst et al., 2018). Tale assunzione appare quale uno dei nodi essenziali per l'attivazione di processi di transizione ecologica, che presuppone l'eliminazione delle barriere di natura socio-comportamentale, infrastrutturale, economica, istituzionale, e ontologica che sovente si manifestano ed alimentano alla scala urbana, micro-urbana, e dell'individuo. Il superamento di tali ostacoli, che limitano il potenziale trasformativo dei progetti e processi legati alla transizione, presuppone innanzitutto l'identificazione delle priorità locali, l'allineamento rispetto agli obiettivi di scala continentale e globale, e la co-progettazione di soluzioni *site-specific* con gli attori coinvolti (Trane et al., 2024). In questa tensione "glocale" tra la dimensione del progetto del territorio e la necessità di rimanere all'interno dei *Planetary Boundaries* (PB) (Rockström et al., 2009), si collocano le attività e le relazioni sociali interpersonali che si definiscono principalmente negli spazi pubblici delle città. Con questo ambito urbano di prossimità, dunque, obiettivi e *policy* per la transizione a macro-scala devono, infine, rapportarsi.

Alla luce del repentino cambiamento climatico, le città rivestono un ruolo centrale nella transizione sostenibile, anche per la loro natura di "incubatori" di innovazioni in grado di destabilizzare sistemi socio-tecnici consolidati (Geels, 2002). Nella dimensione (sub)urbana, questa destabilizzazione si sviluppa spesso da spe-

rimentazioni di "nicchia", connotate da idealismo e volontarismo. Tali nicchie, attraverso un percorso evolutivo e selettivo, sono talvolta divenute sperimentazioni in grado di promuovere nuove regole e valori, che a loro volta contribuiscono alla ridefinizione di contesti e tendenze di lunga durata (*landscape* globali). La "desiderabilità" sociale della transizione, già teorizzata da A. Langer e propria di queste esperienze, si manifesta come principale fattore abilitante della stessa transizione, ovvero quale elemento propedeutico per innescare la trasformazione di sistemi socio-tecnici e normativi consolidati a favore di nuovi *status*. A sua volta, la tensione tra le necessità di preservare la biosfera, rispetto alla quale *pattern* di produzione e consumo vanno rapportati in un'ottica di sostenibilità assoluta (Sanyé-Mengual & Sala, 2021), e quella locale (sub)urbana, in cui relazioni e scelte individuali determinano quei *pattern*, appare dunque finanche "necessaria" per favorire la desiderabilità della transizione stessa.

Metabolismo urbano

La nozione di metabolismo urbano ha costituito uno dei riferimenti concettuali della ricerca dell'UO Politecnico di Torino, nella motivata convinzione che la misura dei flussi di materia ed energia possa favorire l'adozione di politiche e progetti *evidence-based* orientati alla transizione ecologica (Pollo et al., 2021). Attraverso la quantificazione di questi flussi, che costituiscono "*layer*" di conoscenza dell'ambiente urbano, è possibile comprendere quali *driver* (ad esempio, struttura demografica, bisogni collettivi e individuali, morfologia urbana, interazioni con il clima alla scala locale etc.) determinano tali fenomeni lungo archi temporali e seguendo "ritmi" specifici della città (Dijst, 2018). I flussi metabolici a scala locale hanno, ovviamente, ripercussioni fino alla scala globale. Tracciare e misurare

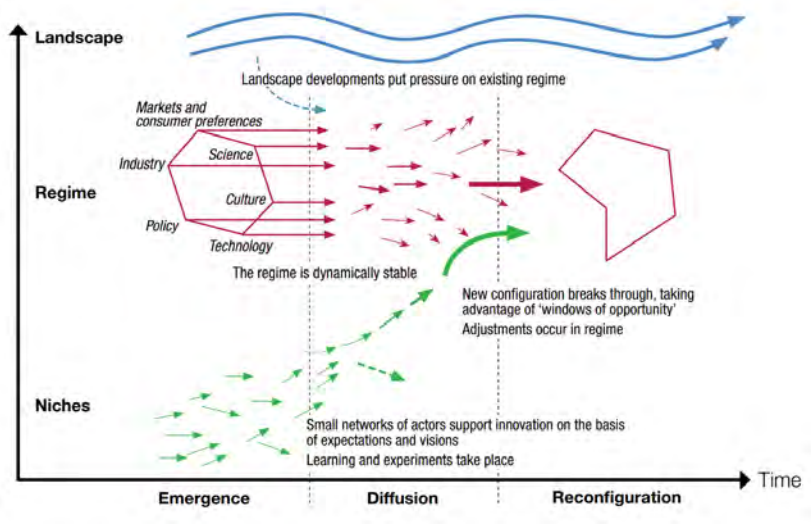


Fig. 1 - Rappresentazione del MLP (*Multi-Level Perspective*) (Geels, 2002) e dei tre livelli di analisi (nicchia, regime, *landscape*) sull'asse verticale / *Representation of the MLP (Multi-Level Perspective) (Geels, 2002) and the three levels of analysis (niche, regime, landscape) on the vertical axis* (Source: https://transformationstosustainability.org).

there must be set, ultimately, a relationship between goals and policies for macro-scale transition ad individual believes.

Cities play a central role in the sustainable transition as "incubators" of innovation capable of destabilizing established socio-technical systems (Geels, 2002). In the (sub)urban dimension, this destabilization often develops from "niche" experiments, led by idealism and voluntarism. Such niches sometimes become experiments promoting new rules and values that, in turn, contribute to the redefinition of long-term contexts and trends (global landscapes). The social "desirability" of a transition recalled by A. Langer is the main enabling factor of transition, i.e., as a preparatory element to trigger the transformation of mobilise socio-technical and normative systems towards new status quo. Consequently, the "tension" between preserving the biosphere and local (sub)urban values, appears "necessary" to foster the desirability of the transition itself. Transforming patterns of production and consumption, determined by relationships and individual choices, constitute an absolute sustainability metrics to measure this tension (Sanyé-Mengual & Sala, 2022).

Urban metabolism

The notion of urban metabolism has been one of the conceptual references of the research by the Politecnico di Torino RU, assuming that the measurement of matter and energy flows can foster the adoption of evidence- and place-based policies (Pollo et al., 2021). By reading these flows as "layers" of knowledge about the urban environment it is possible to understand which drivers determine these phenomena in time and following city-specific patterns (Dijst, 2018). Metabolic fluxes at the local scale have, of course, repercussions down to the global scale. As difficult as it may be to define balances in urban systems, it seems necessary to implement, through spatialized knowledge, policies that can regulate these flows with a larger carbon footprint and, at the same time, encourage the adoption of new habits.

Although most approaches are based on information about national economies or statistics related to urban areas, the application of metabolism concepts to the neighborhood and urban district scale can be a tool for measuring and fostering ecological transition processes, consistenly with EGD policies and the 2030 Agenda.

Global priorities and local specificities

The EGD is one of the six headline priorities of the previous European Commission (2019-2024) and the main operational tool for implementing the 2030 Agenda goals in the continent. The number of policies and targets envisaged by the EGD is unprecedented, as is the goal of the EGD to achieve climate neutrality by 2050. Cities play a key role in the implementation of EGD policies. Moreover, 65% of the 169 targets of the 2030 Agenda require the active involvement of cities and regions to achieve the goals (OECD, 2020).

Identifying priorities at the local level is crucial for the localization of the SDGs and the development of a pro-environmental consciousness, although global priorities cannot be overlooked given a rising of poly-crisis structural condition (Losasso, 2022). The integrity of the biosphere, addressed by SDGs 6, 13, 14, and 15 represents a non-negotiable value (EP Research Service, 2023) inthe processes of local prioritization and policymaking. These priorities are totally reflected by the objectives of the TECH-START research, which focus on climate mitigation, the green transition, and their enabling factors. Achieving goals related to local and global priorities requires monitoring of policies and their effects. At the urban scale, specific tools enable the monitoring of European cities' performance against the SDGs.

Among these tools, the European Handbook for the SDG Voluntary Local Review (VLR) (Siragusa et al., 2022) is a powerful tool to align local priorities with the SDG framework. The latter is, in turn, a necessary condition for ensuring coherence between local urban development plans, EU policies, and international agreements (Trane et al., 2023).

Similarly, the co-identification of priorities at the local scale must be able to take into account the specific demands of stakeholders and of regional/European development guidelines. The co-development process is, indeed, an important element in the definition of policies that are upstream of planning decisions and that innervate land management processes (Escorcia et al., 2023).

In the final phase of the project, indicators related to local-scale flows and drivers were selected to support decision-making and participatory processes (Pignatelli et al., 2023). To this end, stakeholders, local administrators, representatives of administrative decentralization bodies, associational entities, public housing agencies, gli scambi metabolici costituisce una sfida per la ricerca nella definizione delle "impronte ecologiche" degli insediamenti umani e degli impatti del ciclo di vita di beni e servizi. Pur nella difficoltà di definire bilanci nei sistemi urbani, appare necessario attuare, attraverso la conoscenza spazializzata, politiche che possano regolare i flussi con un'impronta ecologica maggiore e, allo stesso tempo, favorire l'adozione di abitudini nuove.

Sebbene la maggior parte degli approcci si basi su informazioni relative alle economie nazionali o a statistiche relative alle aree urbane, l'applicazione dei concetti del metabolismo alla scala sub-urbana può costituire uno strumento per misurare e favorire i processi di transizione ecologica, in maniera coerente rispetto alle politiche europee e all'Agenda 2030.

Priorità globali e specificità locali

L'EGD costituiva una delle sei priorità della precedente Commissione Europea (2019-2024), nonché il principale strumento operativo per l'implementazione degli obiettivi dell'Agenda 2030 nel continente. Il numero di *policy* e *target* previsti dall'EGD è senza precedenti come senza precedenti storici è, d'altronde, l'obiettivo che l'UE si prefigge, ovvero quello di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. In parallelo, il recupero e protezione dell'ambiente naturale sono al centro di iniziative quali la *Biodiversity Strategy*, assorbita dalla *Nature Restoration Law*, e lo *Zero Pollution Action Plan*.

Le città rivestono un ruolo fondamentale rispetto all'implementazione delle *policy* dell'EGD. Inoltre, il 65% dei 169 *target* dell'Agenda 2030 richiede il coinvolgimento attivo delle città e delle regioni per il raggiungimento degli obiettivi (OECD, 2020). Come riportato, l'individuazione delle priorità a livello locale è cruciale rispetto alla localizzazione degli SDG e allo sviluppo di una coscienza pro-ambientale, sebbene non possano essere trascurate le priorità globali che la condizione strutturale di poli-crisi (Losasso, 2022) richiede di affrontare. L'integrità della biosfera, cui rispondono gli SDG 6, 13, 14, 15, rappresenta altresì un valore non negoziabile (EP, 2023) nei processi di "prioritarizzazione" locale e nelle policy. Tali priorità sono riflesse appieno negli obiettivi di TECH-START, incentrata sul potenziale delle tecnologie abilitanti rispetto alla mitigazione delle cause del cambiamento climatico e al cambio di paradigma economico del sistema urbano verso una dimensione di circolarità.

Raggiungere gli obiettivi legati alle priorità locali e globali richiede infine il monitoraggio delle *policy* e dei loro effetti. Alla scala urbana, specifici strumenti consentono di monitorare le performance delle città europee rispetto agli SDG su base volontaria. Tra questi, l'*European Handbook for the SDG Voluntary Local Review* (VLR) (Siragusa et al., 2022) costituisce uno strumento per allineare priorità locali con gli SDG, che, a sua volta, è condizione necessaria per garantire coerenza tra piani di sviluppo urbano locali, politiche EU e accordi internazionali (Trane et al., 2023). Allo stesso tempo, la selezione delle priorità a scala locale deve poter tenere conto delle specifiche istanze degli attori coinvolti, delle linee guida di sviluppo regionale ed europee, in un processo partecipato di sensibilizzazione e *nudging* in cui si stabiliscano obiettivi coerenti con i *framework* internazionali. Ed è proprio il processo partecipativo a costituire un elemento importante nella definizione delle politiche che si collocano a monte delle decisioni di pianificazione e che innervano i processi di gestione del territorio (Escorcia et al., 2023).

Nell'ultima fase del progetto, sono stati selezionati testati indicatori relativi a flussi e *driver* locali in modo da supportare i processi decisionali e partecipativi (Pignatelli et al., 2023). A tale scopo sono stati coinvolti nel processo di selezione degli indicatori di sostenibilità a scala locale, quali *stakeholder*, amministratori locali, rappresentanti degli organismi si decentramento amministrativo, realtà associative, agenzie di edilizia residenziale pubblica, istituzioni scolastiche, ricercatori, operatori economici.

Un approccio: priorità e monitoraggio locali

Il carattere della città riguarda la sua capacità di costituire la dimensione spaziale del contatto tra i diversi sistemi sociotecnici che costituiscono i "regimi" valoriali vigenti. La complessità di tali relazioni e l'eterogeneità delle opinioni degli attori coinvolti sono risultati da subito evidenti anche dal confronto con gli *stakeholder* nel corso della ricerca TECH-START. Il confronto con gli *stakeholder* locali a Torino - una realtà professionale internazionale nel campo della progettazione sostenibile (Carlo Ratti Associati) e una grande agenzia di edilizia residenziale pubblica (ATC Piemonte) - metteva immediatamente di fronte alle difficoltà di fare coincidere un quadro teorico, tracciato dall'indagine del metabolismo urbano e dalla climatologia urbana, con un effettivo programma condiviso per la mitigazione climatica.

Il processo di prioritarizzazione degli indicatori alla scala del quartiere ha guardato alle finalità della ricerca PRIN, legate agli obiettivi che lo stesso EGD stabilisce rispetto alla riduzione delle emissioni climalteranti, come a quei valori "non negoziabili" precedentemente richiamati. A tal fine, sono stati pre-selezionati, dal gruppo di ricerca, gli indicatori che potessero contribuire al raggiungimento degli obiettivi stessi di TECH-START. Il *set* utilizzato è quello contenuto nell'*Handbook for the VLRs*, che consiste in 72 indicatori organizzati rispetto ai 17 SDG. Gli indicatori prescelti sono stati in seguito sottoposti al vaglio degli *stakeholder*, rappresentati del settore dell'istruzione e della ricerca, dei servizi abitativi, dell'amministrazione municipale e della Circoscrizione locale, dei residenti e coinvolti in un ciclo di tre incontri. Gli indicatori "prioritari" sono stati selezionati attraverso un questionario online, che ha raccolto 24 risposte. Sulla scorta della prima selezione,



Fig. 2 - Seconda parte del workshop per la selezione degli indicatori per la *dashboard (sx)* e selezione finale degli *stakeholder (dx) / Second part of the workshop to select indicators for the dashboard (left) and final selection of stakeholders (right)* (Source: M. Trane).

educational institutions, researchers, and economic operators were involved in the selection of local-scale sustainability indicators.

An approach: local priorities and monitoring

The character of the city concerns its ability to constitute the spatial dimension of the contact between the different socio-technical systems that, in turn, make up the existing value "regimes". The complexity of these relationships and the heterogeneous opinions of the various actors involved were also immediately apparent from the discussion with stakeholders during the TECH-START research, which focused on the mitigation of the causes of climate change in relation to technological innovations and the economic paradigm shift of the urban system toward a dimension of circularity. The discussion with local stakeholders in Turin - an internationally prestigious professional entity in the field of sustainability-oriented design (Carlo Ratti Associati) and a large public housing agency (ATC Piedmont) - immediately revealed the difficulties of making a theoretical framework, defined by the investigation of urban metabolism and urban climatology, coincide with an effective shared program for climate mitigation.

The process of prioritizing indicators at the neighborhood scale responded to the aims of PRIN research, linked to the goals that the EGD itself sets in terms of the reduction of climate-changing emissions and the aforementioned "non-negotiable" values. To this end, the research team has pre-selected indicators that could contribute to the achievement of the TECH-START goals themselves. The set used was the one contained in the Handbook for the VLRs, which consists of 72 indicators branching out from the 17 SDGs.

The selected indicators were then discussed by the stakeholders, and regarded education and research sector, housing services, municipal and district administrations, the local government, and residents, in a three-meeting cycle for discussion.

The "priority" indicators were selected through an online questionnaire, which collected 24 responses from the actors present. Based on the first selection, a second skimming and validation process was carried out in an in-person workshop through the playing card method (Figueira and Roy, 2001). The most important indicators were selected in terms of climate-altering emissions, quantity and quality of green spaces, waste generation and collection, air quality, and microclimate. The third

phase - the implementation of the eight indicators in a GIS-based interactive dashboard project at the scale of the pilot neighborhood examined and will allow an estimate of the contribution of the neighborhood under consideration to the 2030 Agenda and its global goals. The confrontation and validation revealed, on the one hand, the extreme sensitivity of stakeholders to climate change and environmental variables, urban greenery, air quality, in line with the priorities established by the EGD.

On the other hand, difficulties emerged in applying VLR indicators at a scale that was able to relate real housing conditions with the factors and agents determining environmental quality. Moreover, the priorities identified by the various groups of actors involved concerned the same indicators, but with a preference for the indicators related to the environmental dimension by public agencies and the research sector, and a greater responsiveness to social processes by active organizations and residents in the area.

In the process of validating the indicators to be implemented on the GIS platform, a preference was given to indicators that were measurable, although the need to be able to quantify the social aspects that contribute to the matter and energy flows under consideration was widely recognized.

Conclusion

As reported, throughout the project and the process of prioritizing indicators, conflicting views emerged in relation to the significance of "social" indicators such as access to services, quality of life, and level of education at the district scale.

On the other hand, at the neighbourhood scale, there is a recognition by the stakeholders involved of the value attributed to the conditions of the physical environment and the factors that define it, but there appears to be a lack of measurement tools. The discussion during the concluding stages of the project, which is the real added value of the research, reflects the aforementioned balance, as well as the need to ensure recognition of local instances within a broader regulatory and sustainable development framework.

Moreover, the relationship between the social dimension and the ecological transition would make it possible to more tangibly identify the relationships between drivers and metabolic flows, which would enable timely action for the mitigation of their impacts and promotion of new individual and collective behavioural standards.

un secondo processo di scrematura e validazione è stato effettuato in un *workshop* in presenza attraverso il metodo delle *playing card* (Figueira & Roy, 2001). Gli indicatori più importanti sono stati selezionati rispetto alle emissioni climalteranti, alla quantità e qualità degli spazi verdi, alla produzione e raccolta dei rifiuti, alla qualità dell'aria e del microclima. Nella terza fase, la misurazione di otto indicatori verrà implementata in un progetto di *dashboard* interattiva *GIS-based* alla scala del quartiere pilota esaminato, che consentirà di stimare il contributo del quartiere in esame rispetto all'Agenda 2030 e ai suoi obiettivi globali.

Il confronto e la validazione hanno evidenziato, da un lato, l'estrema sensibilità degli *stakeholder* nei confronti del cambiamento climatico, del verde urbano, della qualità dell'aria, in linea con le priorità stabilite dall'EGD. Dall'altro lato, sono emerse le difficoltà di applicare gli indicatori delle VLR ad una scala che fosse in grado di mettere in relazione le reali condizioni abitative, con i fattori e gli agenti determinanti la qualità dell'ambiente.

Peraltro, le priorità individuate dai vari gruppi di attori coinvolti hanno riguardato gli stessi indicatori, evidenziando però una preferenza rispetto agli indicatori legati alla dimensione ambientale da parte degli enti pubblici e dal settore della ricerca, e una maggiore sensibilità rispetto ai processi sociali da parte delle organizzazioni attive sul territorio e dei residenti.

Nel processo di validazione degli indicatori da implementare sulla piattaforma GIS, è stata infine data preferenza agli indicatori effettivamente misurabili, sebbene sia stata ampiamente riconosciuta la necessità di poter quantificare gli aspetti sociali che concorrono a determinare i flussi di materia e di energia in esame (ad esempio, il tasso di disoccupazione, il livello di fiducia rispetto alle altre persone, e l'accessibilità ai servizi).

Conclusioni

Come riportato, nel corso del progetto e del processo di prioritarizzazione degli indicatori, sono emerse visioni contrastanti rispetto alla significatività di misurare alla scala locale indicatori di natura "sociale" legati all'accesso ai servizi, alla qualità della vita, al livello di istruzione. Per altro verso, vi è un riconoscimento da parte degli *stakeholder* coinvolti del valore attribuito alle condizioni dell'ambiente fisico a scala locale e ai fattori che lo definiscono, ma appaiono carenti gli strumenti che consentano una loro misurazione.

Il confronto avuto durante le fasi conclusive del progetto, che costituisce il vero valore aggiunto della ricerca, riflette quella tensione richiamata precedentemente, così come la necessità di garantire il riconoscimento delle istanze locali in un più ampio quadro normativo e di sviluppo sostenibile. In aggiunta, indagare la relazione tra dimensione sociale e transizione ecologica consentirebbe di identificare, in maniera più solida, le relazioni tra *driver* e flussi metabolici, ovvero di agire in maniera puntuale rispetto alla mitigazione dei loro impatti e alla promozione di nuove norme comportamentali individuali e collettive.

A tale proposito, acquista dunque notevole importanza l'integrazione tra metodi "qualitativi" per la raccolta dei dati legati all'ambito sociale data una carenza strutturale di informazioni, da un lato, e le tecnologie abilitanti, dall'altro, in un'ottica di *post-normal science*. Concentrandosi su aspetti della risoluzione dei problemi che tendono ad essere trascurati nei resoconti tradizionali della pratica scientifica (incertezza, scale valoriali, e pluralità di prospettive legittime), la scien-

za post-normale è in grado infatti di fornire un quadro coerente per un'estensione della partecipazione al processo decisionale e gestire sistemi sociali e biofisici complessi (Funtowicz & Ravetz, 2003).

Da una prospettiva diversa ma complementare, il ruolo che le tecnologie possono svolgere nel rilevamento e nella misurazione di variabili eco-sistemiche locali è di notevole importanza, consentendo iniziative di *citizen science*. Tale pratica potrebbe essere di particolare importanza nei processi di transizione ecologica, favorendo la composizione dei conflitti e consentendo iniziative di trasformazione. Il coinvolgimento di attori diversi in un approccio partecipativo, multilivello e multisettoriale di monitoraggio e simulazione può rappresentare uno schema innovativo di governance locale e regionale.

Un approccio integrato tra la dimensione locale e globale, socio-economica ed ambientale, applicative e post-normale, tradotto in informazioni per *stakeholder*, cittadini e decisori politici, potrebbe contribuire all'affermarsi di nuovi paradigmi capaci di superare quello, oramai inadeguato alle nuove condizioni, della crescita in(de)finita. In altri termini, a introdurre una nuova scala di valori.

In this regard, the integration of "qualitative" methods for collecting data related to the social sphere (given a structural shortage of information), on the one hand, and enabling technologies, on the other, in a "post-normal science" perspective thus acquires considerable importance. By focusing on problem-solving aspects that tend to be neglected in traditional scientific accounts.

References

Dijst, M. et al. (2018), "Exploring urban metabolism. Towards an interdisciplinary perspective", *Resour Conserv Recycl*, n. 132, pp. 190-203.

Escorcia Hernández, J.R., Torabi, S. & Lombardi, P. (2023), "Sustainability Assessment in Social Housing Environments: An Inclusive Indicators Selection in Colombian Post-Pandemic Cities", *Sustainability*, n. 15.

EP (European Parliament) Research Centre (2023), *Beyond growth. Pathways towards sustainable development in the EU*, available at: bit.ly/3W1iq6S (accessed 01/02/2024)

Functowitz, S. & Ravetz, J. (2003), "Post-Normal Science", *International Society for Ecological Economics*.

Figueira, J. & Roy, B. (2001), "Determining the weights of criteria in ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure", *Eur J Oper Res*, n. 139, pp. 317-326.

Geels, W. (2002), "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study", *Res Policy,* vol. 31, n. 8-9, pp. 1257-1274.

Losasso, M. (2022), "Crisi interconnesse e complessità del progetto", *TECHNE*, n. 23, pp. 7-9.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2020), *A Territorial Approach to the Sustainable Development Goals. Synthesis report*, OECD Publishing.

Pignatelli, M., Torabi, S., Genta, C. & Lombardi, P. (2023), "Spatial decision support system for low-carbon sustainable cities development: an interactive storytelling dashboard for the city of Turin", *Sustai Cities Soc,* n. 89.

Pollo, R., Trane, M. & Giovanardi, M. (2021), "Urban Metabolism, modelli interdisciplinari e progetto a scala microurbana", *TECHNE*, n. 20, pp. 154-164.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. et al. (2009), "A safe operating space for humanity", *Nature*, n. 461, pp. 472-475.

Sanyé-Mengual, E. & Sala, S. (2022), "Life Cycle Assessment support to environmental ambitions of EU policies and the Sustainable Development Goals", *Integr Environ Assess Manag*, vol. 18, n. 5, pp. 1221-1232.

Siragusa, A., Stamos, I., Bertozzi, C. & Proietti, P. (2022), *European Handbook for SDG Voluntary Local Reviews, 2022 Edition*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Trane, M., Genta, C. & Siragusa, A. (2024), "The 2030 Agenda in European urban context. Procedures and tools to support the localization of SDGs", in Armondi, S. et al. (eds*.), Città e territori del PNRR. Casi e approfondimenti*, Working Papers Urban@it, pp. 16.

Trane, M., Marelli, L., Siragusa, A., Pollo, R. & Lombardi, P. (2023), "Progress by Research to Achieve the Sustainable Development Goals in the EU: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, n. 15.