

An aerial photograph of a modern urban plaza. The plaza is paved with light-colored stone tiles and features several large, dark, chevron-shaped patterns. People are walking and some are riding bicycles. A river flows along the right side of the plaza, with a metal railing separating it from the walkway. A modern building with a glass facade is visible on the left side of the image.

a cura di / edited by
Roberto Bologna
Mario Losasso
Elena Mussinelli
Fabrizio Tucci

Dai distretti urbani agli eco-distretti
Metodologie di conoscenza, programmi strategici, progetti pilota
per l'adattamento climatico

From Urban Districts to Eco-districts
Knowledge Methodologies, Strategic Programmes, Pilot Projects
for Climate Adaptation

politecnica


MAGGIOLI
EDITORE

Book series STUDI E PROGETTI

directors *Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli*

editorial board *Chiara Agosti, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, Raffaella Riva*

scientific committee *Marco Biraghi, Luigi Ferrara, Francesco Karrer, Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Jan Rosvall, Gianni Verga*

edited by

Roberto Bologna

Mario Losasso

Elena Mussinelli

Fabrizio Tucci

editorial assistants

Federica Dell'Acqua

Sara Verde

The publication is realized with PRIN 2015 “Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico / Adaptive Design and Technological Innovations for the Resilient Regeneration of Urban Districts in Climate Change Regime” research funds. The scientific work was conducted by the following Research Units: Università degli Studi di Napoli Federico II (Principal Investigator and Research Lead Mario Losasso), Politecnico di Milano (Research Lead Elena Mussinelli), Sapienza Università di Roma (Research Lead Fabrizio Tucci), Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli* (Research Lead Renata Valente), Università degli Studi di Firenze (Research Lead Roberto Bologna), Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria (Research Lead Maria Teresa Lucarelli).

The book has been subjected to blind peer review.

Cover:

Hamburg (photograph by Federica Dell'Acqua, 2018)

ISBN 9788891643216

© Copyright of the Authors.

Released in the month of January 2021.

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 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

www.maggiolieditore.it • e-mail: clienti.editore@maggioli.it

Dai distretti urbani agli eco-distretti
Metodologie di conoscenza, programmi strategici,
progetti pilota per l'adattamento climatico

From Urban Districts to Eco-districts
Knowledge Methodologies, Strategic Programmes,
Pilot Projects for Climate Adaptation

a cura di / edited by

Roberto Bologna

Mario Losasso

Elena Mussinelli

Fabrizio Tucci


MAGGIOLI
EDITORE

Indice / Summary

7 L'innovazione del progetto ambientale nel nuovo regime climatico / Environmental Design Innovation in the New Climate Regime

Mario Losasso

11 Metodi e strumenti del progetto ambientale / Environmental Design Methods and Tools

Roberto Bologna, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci

Metodologia della ricerca. Approccio climate-oriented per la conoscenza e il progetto / Research Methodology. Climate-Oriented Approach to Knowledge and Design

27 1. Le parti e il tutto: approccio sistemico e tassonomie urbane in chiave climate-proof / The Elements and the Whole: Climate-Proof Systematic Approach and Urban Taxonomies,

Roberto Bologna, Francesco Alberti, Giulio Hasanaj, Maria Vittoria Arnetoli

35 2. Organizzare la conoscenza secondo criteri site-specific / Organizing Knowledge according to Site-Specific Criteria,

Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia

45 3. Repertori tecnici come strumenti per il progetto climate-proof / Technical Repertoires as Tools for the Climate-Proof Project

Renata Valente

53 4. Test, simulazioni, protocolli, attività on site e in laboratorio / Tests, Simulations, Protocols and Activities On-site and in Laboratory

Martino Milardi

61 5. La multiscalarità degli interventi di adattamento climatico: programmi strategici, metaprogettazione e progetti dimostratori / The Multiscalarity of Climate Adaptation Interventions: Strategic Programmes, Meta-design and Demonstration Projects

Fabrizio Tucci, Valeria Cecafozzo, Gaia Turchetti

69 6. Strategie e azioni di adattamento climatico: interazioni disciplinari e multiculturali per un collaborative design / Climate Adaptation Strategies and Actions: Disciplinary and Multicultural Interactions for Collaborative Design,

Mario Losasso, Marina Rigillo

Casi applicativi. Conoscenza, strategie e progetti dimostratori per l'adattamento climatico / Application Cases. Knowledge, Strategies and Demonstration Projects for Climate Adaptation

78 1. Progettazione multiscalarare per la resilienza dei Distretti urbani. Eco-distretti e soluzioni climate-proof per l'area occidentale di Napoli. Il caso applicativo di Soccavo / Multi-scale Design for the Resilience of Urban Districts. Eco-districts and Climate-proof Solutions for the Western Area of Naples. The Application Case of Soccavo

Mario Losasso, Maurizio Giugni, Valeria D'Ambrosio, Marina Rigillo, Francesco De Paola, Ferdinando Di Martino, Francesco Pugliese, Federica Dell'Acqua, Carlo Gerundo

- 122** 2. Conoscenza, strategie, progetti dimostratori per la qualità ambientale e l'adattamento climatico degli spazi pubblici aperti nel contesto urbano di Milano / Knowledge, Strategies, Demonstrative Projects for the Environmental Quality and Climate Adaptation of Public Outdoor Spaces in the Urban Context of Milan
Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Giovanni Castaldo, Davide Cerati
- 162** 3. Conoscenza, strategie e progetti dimostratori per i Distretti urbani del quadrante nord-ovest di Roma / Knowledge, Strategies and Demonstration Projects for the Urban Districts in Rome's Northwestern Quadrant,
Fabrizio Tucci, Valeria Cecafozzo, Marco Giampaolotti
- 206** 4. Green street framework per aree urbane marginali mediterranee / Green Street Framework for Mediterranean Urban Fringe Areas
Renata Valente, Louise A. Mozingo, Salvatore Cozzolino, Carolina De Falco, Armando Di Nardo, Michele Di Natale, Carlo Donadio, Francesca La Rocca, Mariano Perneti, Sandro Strumia, Daniela Ruberti, Marco Vigliotti, Roberto Bosco, Eduardo Cappelli, Pietro Ferrara, Giuseppe Moccia
- 250** 5. Vulnerabilità climatica e riqualificazione degli spazi pubblici del Distretto urbano di Scandicci (Città metropolitana di Firenze) / Climatic Vulnerability and Redevelopment of Public Spaces in the Urban District of Scandicci (Metropolitan City of Florence)
Roberto Bologna, Francesco Alberti, Giulio Hasanaj, Maria Vittoria Arnetoli
- 294** 6. Controllo prestazionale del rapporto edificio/contesto. Esperienze di testing avanzato / Performance Control of Building/ Context Relation. Test Experiences
Maria Teresa Lucarelli, Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella

Esiti sperimentali e prospettive di ricerca / Experimental Results and Research Perspectives

- 339** 1. Relazione fra premesse metodologiche ed esiti della sperimentazione / Relationship between Methodological Premises and Results of the Experimentation
Roberto Bologna
- 342** 2. Esiti della ricerca, valutazione delle sperimentazioni, sviluppi di metodo / Outcome of the Research, Evaluation of the Experimentation, Methodological Development
Fabrizio Tucci
- 347** 3. Efficacia metodologica, limiti e criticità della ricerca / Methodological Effectiveness, Limits, Criticalities of the Experimentations
Elena Mussinelli
- 351** 4. Prospettive di ricerca in campo tecnologico-ambientale / Research Perspectives in the Technological-Environmental Field
Mario Losasso

2. Organizzare la conoscenza secondo criteri site-specific *Organizing Knowledge according to Site-Specific Criteria*

Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia
Politecnico di Milano

2.1 STRUMENTI E METODI PER UNA CONOSCENZA MULTI-SCALARE/DISCIPLINARE

La conoscenza rappresenta un fattore chiave nei processi progettuali per il miglioramento della qualità dell'ambiente e l'incremento della resilienza urbana. In tali contesti la valutazione di alternative e l'individuazione delle soluzioni più efficaci in funzione di precise esigenze e criticità si fondano su un quadro analitico multidisciplinare, composito e articolato, in grado di considerare l'ambiente nella sua complessità e specificità locale (Sholz & Tietje, 2002). Alla dimensione del progetto urbano si integrano apporti di numerose altre discipline (ingegneria idraulica, botanica, geologia e geomorfologia, meteorologia, etc.), per leggere le condizioni dell'*habitat* e interpretare le tendenze evolutive dell'ambiente naturale e le dinamiche di trasformazione antropica del territorio.

La definizione di metodi e processi attraverso i quali organizzare le conoscenze necessarie all'individuazione dei problemi e delle correlate risposte *climate-oriented* rappresenta quindi un rilevante risultato della ricerca, anche per gli aspetti di trasferibilità e replicabilità. È importante sottolineare che la messa a punto delle linee metodologiche più oltre illustrate deriva da apporti forniti da tutte le *Research Units* coinvolte nella ricerca, restituendo così una *guide line* in grado di confrontarsi con diverse scalarità, con peculiarità e singolarità di contesto, con dinamiche insediative e scenari programmatori; un esito flessibile, funzionale a bilanciare aspetti di generalità e condizioni *site-specific*. Anche valorizzando ruolo e sensibilità del progettista nell'interpretare i caratteri del contesto, nel selezionare, organizzare e gestire il rapporto informazione/decisione secondo un processo euristico, creativo e scientificamente fondato, con la scelta di indicatori idonei in rapporto a specifici *hazard*. Per un «controllo qualitativo delle trasformazioni dello spazio-ambiente» da attuarsi, come già indicava Salvatore Dierna (1995), «nel rispetto di una cultura del limite, secondo modalità e strumenti capaci di trovare adeguate forme di equilibrio nella stratificata interrelazione tra componenti naturali e antropiche».

Al di là delle necessarie declinazioni applicative, la metodologia originale sviluppata e testata nella ricerca configura un processo “standardizzato” di analisi e valutazione *ex ante*, individuazione di criticità e rischi, repertoriamento di soluzioni e scelte tra alternative, modellazioni, simulazioni e verifiche, monitoraggio e valutazione *ex post*.

Tale processo prende avvio dalla ricognizione sullo stato dell'ambiente e dalla valutazione della sua qualità e vulnerabilità agli *hazard* climatici alle diverse scale di relazione tra sistema urbano e siti di intervento, tra azione antropica e *trend* evolutivi dell'ambiente naturale. Lungi dal costituire solo una fase pre-progettuale, l'attività di indagine è un processo che accompagna l'intero percorso decisionale:

2.1 TOOLS AND METHODS FOR MULTI-SCALAR/DISCIPLINARY KNOWLEDGE

Knowledge is a key factor in design processes for improving the quality of the environment and increasing urban resilience. In these contexts, the evaluation of alternatives and the identification of the most effective solutions according to needs and criticalities are based on a multidisciplinary, composite and articulated analytical framework, capable of considering the environment in its complexity and local specificity (Sholz & Tietje, 2002). The dimension of the urban project is integrated with contributions from other disciplines (hydraulic engineering, botany, geology and geomorphology, meteorology, etc.), to read the conditions of the habitat and interpret the evolutionary trends of the natural environment and the dynamics of the anthropic transformation of the territory.

Therefore, the definition of methods and processes for the knowledge organization necessary for identifying problems and related climate-oriented responses represents a relevant result of the research, also for the aspects of transferability and replicability. It is important to underline that the development of the methodological lines further illustrated derives from contributions provided by all the Units involved in the research, thus representing a guideline capable of dealing with different scalarities, with peculiarities and singularities of context, with settlement dynamics and programming scenarios; a flexible outcome, functional to balance aspects of generality and site-specific conditions. At the same time enhancing the role and sensitivity of the designer in interpreting the characteristics of the context in selecting, organizing and managing the information/decision relationship according to a heuristic, creative and scientifically based process, with the choice of suitable indicators in relation to specific hazards. For a «qualitative control of the transformations of space-environment» to be implemented, as Salvatore Dierna (1995) already pointed out, «in compliance with a culture of the limit, according to methods and tools capable of finding adequate forms of balance in the stratified interrelation between natural and anthropic components».

Beyond the necessary application variations, the original methodology developed and tested in the research configures a “standardized” process of *ex ante* analysis and evaluation, identification of criticalities and risks, repertory of solutions and choices between alternatives, modeling, simulations and verifications, *ex post* monitoring and evaluation.

This process starts from the survey on the state of the environment and from the assessment of its quality and vulnerability to climatic hazards at different scales of relationship between the urban system and intervention sites, between anthropic action and evolutionary trends of the natural environment. Far from constituting only a pre-planning phase, the investigation activity is a process that accompanies the entire decision-making process: from the identification and analysis of the urban Macro-area/Sub-area, to the perimeter of the District/s, up to the specific Homogeneous urban areas/Sectors and Urban components (transects, linear systems, single or aggregated buildings) optimal for design experimentation (demonstration projects).

Therefore, each Research Unit has selected the Sub-area of reference based on the recognition of characteristics of substantial homogeneity from the climatic point of view and on the presence of settling matrices and clearly identifiable territorial boundaries, favoring contexts for which transformative scenarios of a certain importance are envisaged. The characterization of the environmental system at the Sub-area scale was aimed at identifying the main vulnerabilities through sets of indicators taken from the scientific literature, capable of restoring the greater or lesser robustness of urban ecosystems. The analysis of the existing documentation (reports and official databases), with appropriate additions and specialist elaborations, shows essential elements such as: the historical evolution of the settlement systems, the demographic and socio-economic profile, the infrastructural and mobility structure, the morphological, geological and climatic characteristics, the cover and use of the soil, the natural and artificial hydrological network, the possible presence of constraints.

The identification and perimeter of the Districts was also based on common criteria related to the identification of natural and infrastructural limits, the dynamics of historical formation and the correlated settlement principles, the morpho-typological characteristics of the buildings, the functional aspects, the demographic and territorial parameters, as well as the presence of areas for which the current plans already foresee transformations such as to allow a comparative assessment between the *ex ante* and *ex post* situation prefigured by the demonstration projects. Areas selected for the importance of the climatic risk, but also for critical issues such as poor accessibility, the presence

dall’individuazione e analisi dalla Macroarea/Subarea urbana, alla perimetrazione del/dei Distretto/i, sino agli specifici Ambiti urbani omogenei/Comparti e Componenti urbane (transetti, sistemi lineari, edifici singoli o aggregati) ottimali per la sperimentazione progettuale (progetti dimostratori).

Ciascuna *Research Unit* ha quindi selezionato la Subarea di riferimento basandosi sul riconoscimento di caratteri di sostanziale omogeneità dal punto di vista climatico e sulla presenza di matrici insediative e confini territoriali ben individuabili, privilegiando contesti per i quali si prospettassero scenari trasformativi di una certa rilevanza. La caratterizzazione del sistema ambientale alla scala della Subarea è stata finalizzata all’individuazione delle principali vulnerabilità attraverso *set* di indicatori desunti dalla letteratura scientifica, capaci di restituire la maggiore o minore robustezza degli ecosistemi urbani. L’analisi della documentazione esistente (*report* e basi di dati ufficiali), con opportune integrazioni ed elaborazioni specialistiche, restituisce elementi essenziali quali: l’evoluzione storica dei sistemi insediativi, il profilo demografico e socio-economico, l’assetto infrastrutturale e della mobilità, le caratteristiche morfologiche, geologiche e climatiche, la copertura e l’uso del suolo, l’andamento del reticolo idrologico naturale e artificiale, l’eventuale presenza di vincoli.

Anche l’individuazione e perimetrazione dei Distretti si è basata su criteri comuni legati alla riconoscibilità dei limiti naturali e infrastrutturali, alle dinamiche di formazione storica e ai correlati principi insediativi, ai caratteri morfo-tipologici dell’edificato, agli aspetti funzionali, a parametri demografici e di estensione territoriale, nonché alla presenza di aree per le quali la pianificazione vigente già



Fig. 1 - Lettura dei sistemi del verde nell’area oggetto di sperimentazione: zone alberate, riserve e parchi, aree incolte, aree agricole, verde attrezzato / *Green systems in the experimentation area: trees, reserves and parks, uncultivated areas, agricultural areas, equipped green areas* (Source: Elaboration by Research Unit Sapienza Università di Roma).

preveda interventi di trasformazione tali da consentire una valutazione comparata tra la situazione *ex ante* e quella *ex post* prefigurata dai progetti dimostratori. Aree selezionate quindi per la rilevanza del rischio climatico, ma anche per criticità quali la scarsa accessibilità, la presenza di fattori/condizioni di degrado, e la bassa qualità degli spazi pubblici e delle aree verdi e la loro fruibilità per le fasce più vulnerabili della popolazione. Anche gli ulteriori approfondimenti analitici spaziali, funzionali e ambientali sono stati mirati a derivare criticità sia legate alla vulnerabilità climatica, sia di natura spaziale e tecnologica connesse a situazioni irrisolte rispetto ad alcuni rilevanti temi urbani; per orientare coerentemente la scelta verso siti significativi per sperimentare l'efficacia delle soluzioni di mitigazione e adattamento ma anche per un complessivo incremento della qualità urbana. Con particolare attenzione all'analisi delle caratteristiche degli spazi d'uso pubblico sotto i profili della qualità ambientale e fruitiva, del rapporto col costruito, della presenza di situazioni di degrado puntuale e/o diffuso, dello stato di manutenzione, dell'illuminazione e della sicurezza, etc.

Tenendo conto delle peculiarità locali, le diverse strutture, tipologie e componenti dell'ambiente costruito sono state quindi classificate in Componenti urbane chiaramente identificabili. Anche in questo caso la ricerca ha mirato alla individuazione di Ambiti urbani sufficientemente omogenei (unità minime di intervento, aventi carattere di relativa ricorsività nel contesto urbano) sotto il profilo dei limiti fisici, delle gerarchie dei tracciati viari, della densità del costruito, delle epoche di formazione storica, delle tipologie edilizie e delle relazioni tra spazi vuoti e costruiti.



Fig. 2 - Analisi dell'area oggetto di sperimentazione: Mappa della temperatura della superficie del suolo, Carta dell'uso del suolo e Mappa della popolazione arborea / *Analysis of the experimentation area: Land surface temperature map, Land use map and Arboreal population map* (Source: Elaboration by Research Unit Politecnico di Milano).

of degradation factors/conditions, and the low quality of public spaces and green areas and their usability for the most vulnerable portions of the population. The additional spatial, functional and environmental analytical investigations were also aimed at deriving criticalities both linked to climatic vulnerability and of spatial and technological nature connected to unresolved situations with respect to some relevant urban issues. In order to coherently drive the choice towards significant sites to test the effectiveness of mitigation and adaptation solutions but also for an overall increase in urban quality. With particular attention to the analysis of the characteristics of the public use spaces in terms of environmental quality and fruition, the relationship with the buildings, the presence of situations of punctual and / or widespread degradation, the state of maintenance, lighting and security, etc.

Taking into account the local peculiarities, the different structures, types and components of the built environment have therefore been classified into clearly identifiable Urban components. Also in this case, the research aimed at identifying sufficiently Homogeneous urban areas (minimum units of intervention, having the character of relative recurrence in the urban context) in terms of physical limits, the hierarchies of road layouts, the density of buildings, the periods of historical formation, of building typologies and of the relationships between voids and built spaces.

2.2 METHODS, TOOLS AND INDICATORS FOR IDENTIFYING THE MAIN RISK AND CRITICAL ELEMENTS

The construction of the cognitive framework was based on methods functional to the characterization of criticalities and potentialities related to four main environmental macro-objectives: improvement of the urban climate and microclimate (contrast to the wave/urban heat island), improvement of the air quality (reduction of atmospheric pollutants), sustainable water management (limiting the risk of pluvial flooding), tackle climate change (reduction of CO₂ and CO₂eq emissions).

These objectives were integrated by assessments of the potential of "green and blue" re-infrastructuring interventions of open spaces in a multifunctional key, for the improvement of accessibility to public and green spaces, the enhancement of structures and services for slow-mobility, the de-waterproofing of the soil and its return to collective usability, etc.

The activities required an accurate preliminary selection of indicators coherent with the research purposes and adapted to the characteristics of the contexts (Losasso et al., 2020). Indicators that identify the cultural context of climate-oriented

knowledge processes, giving scientific basis to the methodological approach and making the results verifiable even in the construction phase of the cognitive framework.

The analyzes relating to the “urban climate and microclimate” focused on the theme of the heat wave/island and on the evaluation of the main indices of perceived temperature, to identify the areas in which the highest temperatures are concentrated, considering factors such as urban morphology, the characteristics of the materials on the ground and the relative albedo and specific heat values, the absence of shading, green areas and trees, the wind speed, using environmental parameters such as: Sky View Factor SVF, Urban Aspect Ratio or Height to Width Ratio H/W, Air Temperature AT, Mean Radiant Temperature MRT, Wind Speed WS, Urban Heat Island UHI. Thermal modeling and simulations verified ordinary and extraordinary climatic conditions, through the application of outdoor well-being indices (Humidex Index, Predicted Mean Vote, Physiological Equivalent Temperature, Predicted Percentage of Dissatisfied, etc.). Specific in-depth studies concerned the precise evaluation of the building/open

2.2 METODI, STRUMENTI E INDICATORI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI ELEMENTI DI RISCHIO E CRITICITÀ

La costruzione del quadro conoscitivo si è basata su metodiche di analisi funzionali alla caratterizzazione di criticità e potenzialità riferite a quattro principali macro-obiettivi ambientali: miglioramento del clima e del microclima urbano (contrasto all'onda/isola di calore urbana), miglioramento della qualità dell'aria (riduzione inquinanti atmosferici), gestione sostenibile delle acque (limitazione del rischio di *pluvial flooding*), contrasto al *climate change* (riduzione delle emissioni di CO₂ e CO₂eq).

Tali obiettivi sono stati integrati da valutazioni circa le potenzialità di interventi di re-infrastrutturazione “verde e blu” dello spazio aperto in chiave multifunzionale, per il miglioramento dell'accessibilità agli spazi pubblici e verdi, il potenziamento delle strutture e dei servizi per la mobilità dolce, la deimpermeabilizzazione del suolo e la sua restituzione alla fruibilità collettiva, etc.

Le attività hanno richiesto un attento processo preliminare di selezione di indicatori coerenti con le finalità della ricerca e adeguati alle caratteristiche dei contesti applicativi (Losasso et al., 2020). Indicatori che identificano il contesto culturale di processi di conoscenza *climate-oriented*, dando scientificità all'approccio metodologico e rendendo verificabili i risultati anche nella fase di costruzione del quadro conoscitivo.

Le analisi relative al “clima e microclima urbano” si sono focalizzate sul tema

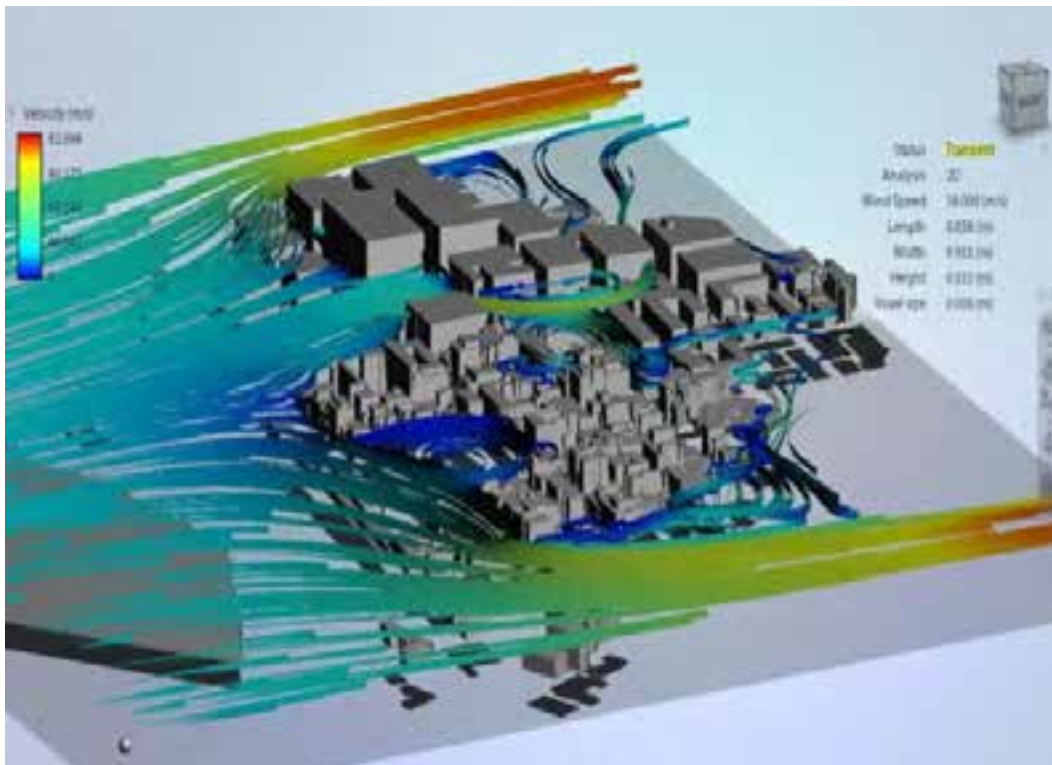


Fig. 3 - Analisi del vento nell'area oggetto di sperimentazione / Wind analysis of the experimentation area (Source: Elaboration by Research Unit Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria).

dell'onda/isola di calore e sulla valutazione dei principali indici di temperatura percepita, per individuare gli ambiti nei quali si concentrano le temperature più elevate, considerando fattori quali la morfologia urbana, le caratteristiche dei materiali al suolo e i relativi valori di albedo e calore specifico, l'assenza di ombreggiamento, di aree verdi e di alberature, la velocità del vento, utilizzando parametri ambientali quali: *Sky View Factor SVF*, *Urban Aspect Ratio* o *Height to Width Ratio H/W*, *Air Temperature AT*, *Mean Radiant Temperature MRT*, *Wind Speed WS*, *Urban Heat Island UHI*. Le modellizzazioni e simulazioni termiche hanno verificato le condizioni climatiche ordinarie e straordinarie, attraverso l'applicazione di indici di benessere outdoor (*Humidex Index*, *Predicted Mean Vote*, *Physiological Equivalent Temperature*, *Predicted Percentage of Dissatisfied*, etc.). Specifici approfondimenti hanno riguardato la valutazione puntuale dell'interfaccia edificio/spazio aperto, con lo studio di aspetti quali la trasmittanza termica dinamica, il rapporto tra superficie opaca e trasparente, la riflettanza e l'albedo degli involucri edilizi, per il miglioramento delle prestazioni energetiche e anche per la valutazione del loro possibile impatto in termini di *discomfort* nello spazio urbano.

Le analisi relative alla "qualità dell'aria" sono state sviluppate elaborando i dati di inquinamento atmosferico (in genere su base decennale), misurando gli indicatori previsti dalla normativa nazionale (DLgs 155/2010) e riferiti alle quattro più importanti famiglie di inquinanti presenti in ambito urbano (PM_{10} , O_3 , NO_2 , SO_2),



Fig. 4 - Lettura idrologica e perimetrazione di aree drenanti: linee di deflusso (a), esempio di insieme di micro-bacini (b), fabbisogni di superficie di raccolta meteorica (c) / *Hydrological analysis and perimeter of draining areas: runoff lines (a), example of micro-basin ensemble (b), meteoric collecting surface requirements (c)* (Source: Elaboration by Research Unit Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli).

space interface, with the study of aspects such as dynamic thermal transmittance, the relationship between opaque and transparent surfaces, reflectance and albedo of building envelopes, for the improvement of energy performance and also for the evaluation of their possible impact in terms of discomfort in the urban public space.

The analyzes relating to "air quality" were developed by processing atmospheric pollution data (generally on a ten-year basis), measuring the indicators required by national legislation (Legislative Decree 155/2010) and referring to the four most important families of pollutants present in the urban context (PM_{10} , O_3 , NO_2 , SO_2), in order to highlight the annual events of exceeding the threshold values set by the legislation (Air Quality Index AQI and Common Air Quality Index CAQI).

The complex problem of managing intense and/or prolonged "extreme meteorological events", and mitigating the impacts of "pluvial flooding" generated by runoff volumes exceeding the flow of drainage systems, was of great importance, in particular for some of the investigated contexts. With reference to the relationships between these phenomena and the characterization of the urban space, the correlation factors were mainly the degree of permeability/impermeability of the soils, the adequacy and efficiency of the drainage networks, the conformation of the soil (declivity), lacking treatment and reuse of the rainwater and wastewater.

When necessary, the analyzes were supported by digital terrain modeling (Digital Terrain Model DTM) able to synthetically return the plano-altimetric characteristics and at the same time to simulate scenarios for the assessment of flood risks useful for the optimization of rainwater management in an urban environment.

The analysis of the vegetation heritage was relevant in all research contexts (trees, shrubs, lawn areas) and of the related indicators. In fact, an in-depth analysis of the existing plant heritage, as well as of the parameters of the different species (morphology and physiology, ecological plasticity, phenology, growth rate, ecological-functional role), with an in-depth reading of the different conformations and localizations, allows to evaluate the generated benefits in terms of increase in biodiversity, shading, absorption of pollutants, reduction of CO_2 and CO_{2eq} , reduction of water runoff, as well as also in terms of production of ecosystem services.

In addition to the qualitative and quantitative aspects above pointed out, for some contexts assessments relating to the effective accessibility and usability of green areas have also been developed.

Finally, to complete the analytical framework, the activity carried out by some Research Units for the audit of the terri-

stories and urban contexts should be noted. An activity of debate and discussion that involved various stakeholders (local administrations, associations and citizens), useful for enriching the knowledge of the places and for bringing out the system of needs, the most critical issues, priorities and expectations in terms of improving the urban quality, also on the basis of the environmental hazards found.

2.3 FORMALIZATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT

The environmental analysis, the study of indicators, the identification of critical issues and optimal areas of intervention involves the management of a relevant and varied set of data and information whose processing and representation today can be based on particularly effective information tools in supporting the process of interpretation and of decision-making.

In this sense, knowledge of the context at various scales, which is expressed through dynamic formalization methods of aggregated data according to the investigated themes and the necessary levels of detail, constitutes at the same time an input and an output of the analytical and evaluative path.

Along this path, thematic maps, mappings, graphic processing, 2D and 3D modeling, modeling and simulation of scenarios are essential support tools, through which the collaboration of multiple knowledge, including specialized knowledge, finds effective syntheses not only to represent and communicate a cognitive formalized outcome, but also to guide further verifications, insights and design choices.

Although equipped with an rigorous scientific objectivity, these tools - and the information systems that support them - are neither aseptic nor indifferent to the purposes of their user, allowing analysts and designers to finalize their use with wide margins of creative freedom, also in the delicate transition from understanding a problem to its resolution in terms of decision and project.

This clearly emerges in the application cases further presented (Part II), where the analyzes and experiments conducted by the Research Units in the different contexts being studied and proposed, are documented with a large and significant panel of elaborations accompanying the text. In fact, it is very clear how, even within a common methodological path characterized by the use of substantially similar information, knowledge, indicators and processing tools, it is the site-specific peculiarities of the various fields that orient the research action towards the identification of priority themes and the consequent aggregation and formalization of information.

al fine di evidenziare gli eventi annuali di superamento dei valori soglia fissati dalla normativa (*Air Quality Index* AQI e *Common Air Quality Index* CAQI).

Grande rilevanza, in particolare per alcuni dei contesti indagati, ha rivestito la complessa problematica della gestione degli “eventi metereologici estremi”, intensi e/o prolungati, e della mitigazione degli impatti del “*pluvial flooding*” generati da volumi di deflusso superficiale eccedenti la portata dei sistemi di drenaggio. Dal punto di vista delle relazioni tra tali fenomeni e la caratterizzazione dello spazio urbano, i fattori di correlazione sono stati principalmente il grado di permeabilità/impermeabilità dei suoli, l’adeguatezza e l’efficienza delle reti di drenaggio, la conformazione del suolo (pendenze), il mancato trattamento e riutilizzo delle acque meteoriche e reflue.

Quando necessario, le analisi sono state supportate da modellazioni digitali del terreno (*Digital Terrain Model* DTM) in grado di restituirne sinteticamente le caratteristiche plano-altimetriche e anche di simulare scenari per la valutazione di rischi alluvionali utili per l’ottimizzazione delle scelte di gestione delle acque meteoriche in ambiente urbano.

Di particolare rilevanza in tutti i contesti di ricerca è stata poi l’analisi del patrimonio vegetazionale (alberature, arbusti, superfici a prato) e dei relativi indicatori.

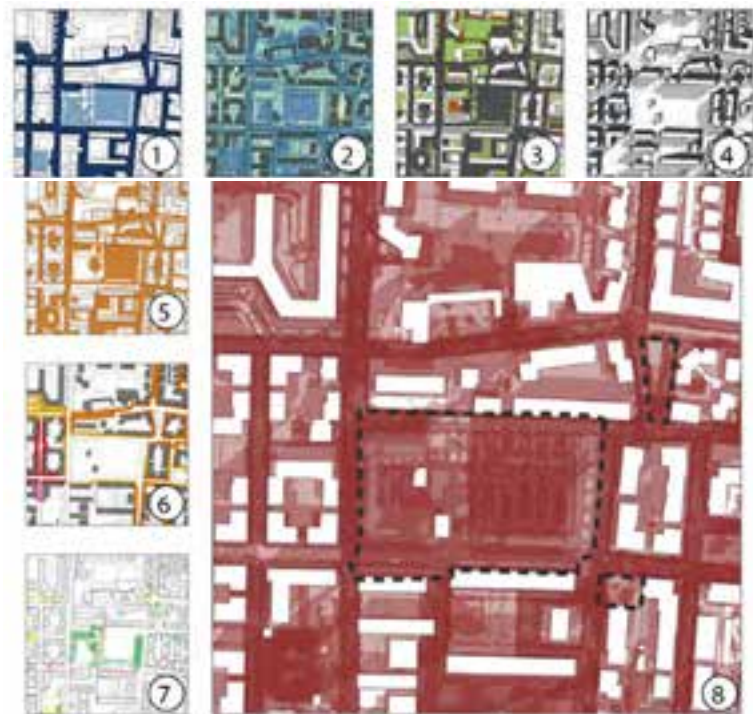


Fig. 5 - Organizzazione degli strati informativi per l’individuazione delle aree prioritarie di intervento *site-specific*: 1. runoff, 2. sky view factor, 3. albedo, 4. ombreggiamento, 5. calore specifico, 6. urban aspect ratio, 7. copertura arborea, 8. carta delle aree prioritarie / Organization of information layers for the identification of priority areas for site-specific intervention: 1. runoff, 2. sky view factor, 3. albedo, 4. shading, 5. specific heat, 6. urban aspect ratio, 7. tree cover, 8. map of priority areas (Source: Elaboration by Research Unit Università degli Studi di Firenze).

Infatti, una approfondita conoscenza del patrimonio vegetale esistente, nonché dei parametri che caratterizzano le diverse specie (morfologia e fisiologia, plasticità ecologica, fenologia, velocità di accrescimento, ruolo ecologico-funzionale), unitamente a una attenta lettura delle sue diverse conformazioni e localizzazioni, consente di valutare i benefici da questo apportati in termini incremento della biodiversità, di ombreggiamento, di assorbimento degli inquinanti, di riduzione della CO₂ e della CO₂eq, e di riduzione del deflusso delle acque, e quindi anche in termini di produzione di servizi ecosistemici.

Oltre gli aspetti quali-quantitativi sopraindicati, per alcuni contesti sono state sviluppate anche valutazioni relative alla effettiva accessibilità e fruibilità delle aree verdi.

A completamento del quadro analitico va infine segnalata l'attività svolta da alcune *Research Units* per l'*audit* dei territori e dei contesti urbani oggetto della ricerca; una attività di ascolto che ha coinvolto diversi *stakeholder* (Amministrazioni locali, associazioni e cittadini), utile ad arricchire la conoscenza dei luoghi e a far emergere il sistema delle esigenze, le maggiori criticità, le priorità e le attese in termini di miglioramento della qualità ambientale urbana, anche sulla base degli *hazard* ambientali riscontrati.

The methodological framework that supports the entire research relating to the main challenges of climate change and the inter-scalar configuration of the analysis model (from Macro-area, to Sub-areas and Districts, to Homogeneous units and to individual Areas of intervention of the demonstration projects) led to the identification of recurrent elaborations for the formalization of the cognitive frameworks that supported the first phases of the study.

A first level is related to the acquisition and processing of the cartography and historical sources, aimed at defining the evolution of the built heritage and understanding the transformative dynamics that have affected the investigated areas at different scales.

The fundamental settlement characteristics of the "Macro-area and Sub-areas" are represented through thematic readings, also in overlays, relating to the administrative boundaries, the perimeter of the study area, the degrees of urban centrali-

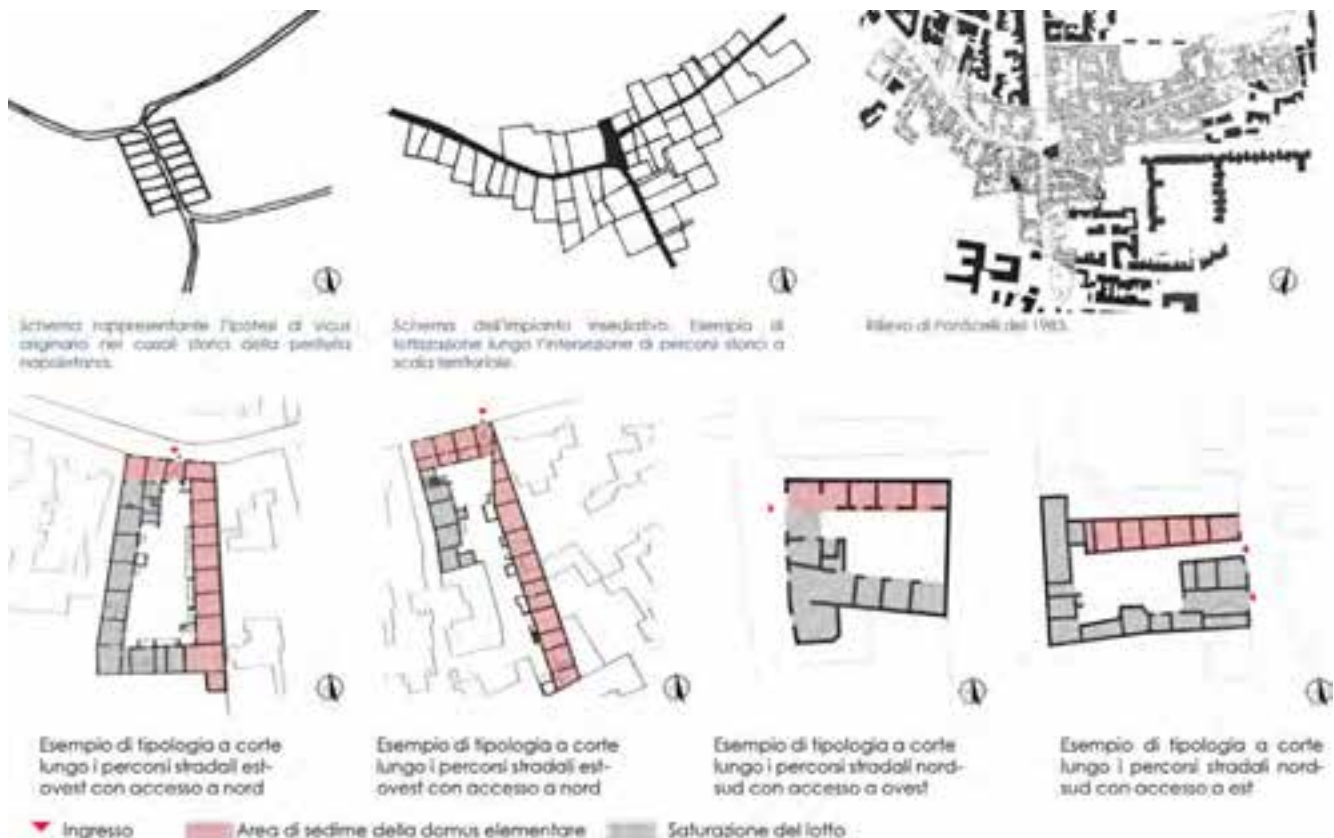


Fig. 6 - Ponticelli. Ipotesi ricostruttiva dell'occupazione del lotto nel sistema insediativo delle *domus* elementari / Ponticelli. *Reconstructive hypothesis of the occupation of the lot in the settlement system of the elementary domus* (Source: Elaboration by Sara Verde, thesis, 2019, Università degli Studi di Napoli Federico II).

ty and relevant places, as well as the occurred and scheduled transformations. The analysis of the environmental climatic matrices related to the morpho-typological characteristics of the urban structure are expressed in graphic elaborations that show, at the appropriate time scales (annual basis in the last decade), the information relating to the exceeding of the threshold values of atmospheric pollution, the rainfall and the number of acute rain events, the average summer daytime surface temperatures and the Humidex Index, also with modeling of Urban Heat Island.

Particularly effective are the overlay graphics that formalize the mapping of ecologically efficient green areas, the taxonomy of greenery, the provision of public urban green areas (also with comparisons - in percentage - between Sub-area, municipal territory and other Italian cities), the characteristics of the arboreal heritage and its location, the evaluation of the accessibility to green areas according to the buffer technique and on the basis of real journey times, with the identification of the most used routes.

With reference to the issue of pluvial flooding, in addition to the representation of the satellite data of Imperviousness Density on the drainage area, the elaborations that overlap the information of the topographic database classified by prevalent land uses on the digital model of the land are effective, with indications about the perimeter of the catchment area, the sub-basins, the urban drainage network, the hydrographic network, the meteoric runoff lines and the leaking areas, the extension of public areas and the meteoric collection needs (average/annual rainfall indexes; number of acute atmospheric events; intensity and duration of summer drought periods; number and frequency of pluvial floodings; degree of anthropization; permeability Index; Imperviousness Density IMD; runoff, overland flow, sewer flow; Reduction of Building Impact RIE; Biotope Area Factor BAF).

In addition to returning the overall cognitive picture, the mappings made it possible to finalize the analysis to identify and define the districts, and to describe their characteristics and their role in the wider urban context.

At the "District scale", the definition of georeferenced thematic maps allowed to deepen the knowledge of the specific characteristics of the district itself (layouts, time of construction, urban fabric system and building typologies, intended use of buildings, main components of the public space and service system, infrastructure for mobility and intensity of vehicular traffic).

The weather-climatic and environmental conditions and the related evolutionary trends are represented by thematic maps that consider aspects such as the characteristics of the impermeable surfaces (linear infrastructures, public and private

2.3 FORMALIZZAZIONE E GESTIONE DELLA CONOSCENZA

La analisi ambientali, lo studio degli indicatori, l'individuazione delle criticità e degli ambiti ottimali di intervento comporta la gestione di un rilevante complesso di dati e informazioni la cui elaborazione e rappresentazione si avvale oggi di strumenti informativi particolarmente efficaci nel supportare il processo interpretativo e decisionale.

In questo senso la conoscenza del contesto alle varie scale, che si esplicita attraverso modalità dinamiche di formalizzazione di dati aggregati in funzione dei tematismi indagati e dei necessari livelli di dettaglio, costituisce al tempo stesso un *input* e un *output* del percorso analitico e valutativo.

Lungo tale percorso, carte tematiche, mappature, elaborazioni grafiche, modellazioni 2D e 3D, modellizzazioni e simulazioni di scenari sono strumenti di supporto essenziali, attraverso i quali la collaborazione di molteplici saperi anche specialistici trova sintesi efficaci non solo per rappresentare e comunicare un esito conoscitivo formalizzato, ma anche per orientare ulteriori verifiche, approfondimenti e scelte progettuali.

Ancorché dotati di una rigorosa oggettività scientifica, tali strumenti - e i sistemi informativi che li supportano - sono tutt'altro che asettici e indifferenti alle intenzionalità del loro utilizzatore, consentendo ad analisti e progettisti di finalizzarne l'impiego con ampi margini di libertà creativa anche nell'operare poi il delicato passaggio dalla comprensione di un problema alla sua risoluzione in termini di decisione e progetto.

Ciò emerge con evidenza nei casi applicativi di seguito presentati (Parte II), dove le analisi e le sperimentazioni condotte dalle *Research Units* nei diversi contesti, sono documentate con un ampio e significativo *panel* di elaborazioni a corredo del testo. Si comprende infatti molto bene come, pur all'interno di un percorso metodologico comune caratterizzato dall'utilizzo di informazioni, conoscenze, indicatori e strumenti di elaborazione sostanzialmente analoghi, siano le peculiarità *site-specific* dei diversi ambiti a orientare l'azione di ricerca all'individuazione dei tematismi prioritari e alla conseguente aggregazione e formalizzazione delle informazioni.

L'impianto metodologico che sorregge la ricerca relativamente alle principali sfide del *climate change* e alla configurazione interscalare del modello di analisi (dalla Macroarea, alle Sub aree e ai Distretti, alle Unità omogenee e ai singoli Ambiti di intervento dei progetti dimostratori) ha portato a individuare delle elaborazioni ricorrenti per la formalizzazione dei quadri conoscitivi che hanno supportato le prime fasi dello studio.

Un primo livello è quello relativo alla acquisizione ed elaborazione della cartografia e delle fonti storiche, finalizzate alla ricostruzione della evoluzione del costruito e alla comprensione delle dinamiche trasformative che hanno interessato le aree oggetto di studio alle diverse scale.

I caratteri insediativi fondamentali della "Macroarea e delle Sub aree" sono restituiti attraverso letture tematiche, anche in *overlay*, relative ai confini amministrativi, alla perimetrazione dell'area di studio, ai gradi di centralità urbana e ai luoghi notevoli, nonché alle trasformazioni in atto e in programma. L'analisi delle matrici climatico ambientali relazionate ai caratteri morfo-tipologici dell'assetto urbano si esplicitano in elaborazioni grafiche che restituiscono, alle opportune scale temporali (base annua nell'ultimo decennio), le informazioni relative al superamento dei valori soglia di inquinamento atmosferico, alla piovosità e al numero di eventi piovosi acuti, alle temperature superficiali diurne medie estive e all'*Humidex Index*, anche con modellizzazioni dell'*Urban Heat Island*.

Particolarmente efficaci sono poi le restituzioni grafiche in *overlay* che formano la mappatura delle aree verdi ecologicamente efficienti, la tassonomia del verde, la dotazione di aree verdi urbane pubbliche (anche con confronti - in percentuale - tra Subarea, territorio comunale e altre città italiane), le caratteristiche del patrimonio arboreo e la sua localizzazione, la valutazione dell'accessibilità del verde secondo la tecnica del *buffer* e in base ai tempi reali di percorrenza, con l'identificazione dei percorsi più utilizzati.

Con riferimento alla tematica del *pluvial flooding*, oltre alla rappresentazione dei dati satellitari di *Imperviousness Density* sull'area drenante, efficaci sono le elaborazioni che sovrappongono al modello digitale del terreno le informazioni del *database* topografico classificato per usi prevalenti del suolo, con indicazioni circa il perimetro del bacino idrografico, i sottobacini, la rete di drenaggio urbano, il reticolo idrografico, le linee di deflusso meteorico e le aree colanti, l'estensione delle aree pubbliche e i fabbisogni di raccolta meteorica (indici di piovosità media/annuale; numerosità degli eventi atmosferici acuti; intensità e durata dei periodi di siccità estiva; numerosità e frequenza degli eventi *pluvial flooding*; grado di antropizzazione; *Permeability Index*; *Imperviousness Density* IMD; *runoff*, *overland flow*, *sewer flow*; Riduzione Impatto Edilizio RIE; *Biotopo Area Factor* BAF).

Oltre a restituire il quadro conoscitivo d'insieme, le mappe hanno consentito di finalizzare l'analisi all'individuazione e perimetrazione dei Distretti, e alla restituzione delle loro caratteristiche e del loro ruolo nel più ampio contesto urbano.

Alla "scala del Distretto", la produzione di carte tematiche georeferenziate ha consentito di approfondire la conoscenza dei caratteri specifici del Distretto stesso (tracciati, epoca di costruzione, sistema dei tessuti urbani e caratteri delle tipologie edilizie, destinazioni d'uso degli edifici, principali componenti dello spazio pubblico e sistema dei servizi, infrastrutture per la mobilità e intensità del traffico veicolare).

Le condizioni meteorologiche e ambientali e i relativi *trend* evolutivi sono rappresentati da mappe tematiche che considerano aspetti quali le caratteristiche delle superfici impermeabili (infrastrutture lineari, spazi pubblici e privati, spazi verdi pubblici e privati, coperture piane e inclinate impermeabili, suolo nudo), quantificate in termini di estensione, peso percentuale e relativo coefficiente di *runoff*; il patrimonio vegetazionale (rilievo e catalogazione botanica); la valutazione degli ombreggiamenti; l'andamento dei venti prevalenti; le temperature superficiali diurne medie estive. A queste informazioni si integrano le simulazioni relative all'irraggiamento a differenti temperature in relazione alle caratteristiche materiche del suolo, le elaborazioni che restituiscono in *overlay* gli *output* delle analisi relative alla temperatura atmosferica e alle temperature superficiali, agli indici di benessere PMV e PET, alla presenza di inquinanti atmosferici, alle missioni di CO₂, anche con simulazioni dei possibili effetti derivanti dall'attuazione delle previsioni pianificatorie. E, non da ultimo, le elaborazioni cartografiche finalizzate alla individuazione delle superfici potenzialmente impiegabili per la sperimentazione di *Low Impact Development of Best Management Practice* LID-BMP (pavimenti permeabili, sistemi di bioritenzione, tetti verdi).

Anche a questa scala la sovrapposizione di *layer* informativi tematici ha permesso di evidenziare il comportamento bioclimatico del Distretto e delle sue componenti in funzione di valori "critici" degli *hazard* considerati (onda/isola di calore, rischio da alluvioni e pericolo *flash flood*, grado di antropizzazione), orientando all'individuazione degli ambiti più vulnerabili e finalizzando quindi la scelta delle aree campione per lo sviluppo dei progetti.

spaces; public and private green spaces; flat and inclined waterproof roofs; bare soil), quantified in terms of extension, percentage weight and relative runoff coefficient; the structure for vegetation heritage (survey and botanical classification); the evaluation of the shadings; the trend of the prevailing winds; the average summer daytime surface temperatures. This information is supplemented by simulations of irradiation at different temperatures in relation to the material characteristics of the soil, the processing and modeling that overlay the outputs of the analyzes relating to atmospheric temperature and surface temperatures, the PMV and PET well-being indices, in the presence of atmospheric pollutants, to CO₂ emissions, also with simulations of the possible effects deriving from the implementation of planning forecasts. The last but not least, the cartographic elaborations aimed at identifying the surfaces potentially usable for the experimentation of Low Impact Development of Best Management Practice LID-BMP (permeable pavements, bio-retention systems, green roofs).

Also at this scale, the overlapping of thematic information layers allowed the highlighting of the bioclimatic behavior of the district and its components as a function of "critical" values of the considered hazards (wave/heat island, flooding risk and flash flood danger, degree of anthropization), orienting towards the identification of the most vulnerable areas and thus finalizing the choice of sample areas for the development of projects.

At the "scale of the demonstration projects", the level of analysis and representation has been further refined, including environmental on-site surveys, with a detailed survey of public functions and spaces and a detailed analysis of the characteristics of the project area. Elaborations in plan, section and axonometric give evidence of the typological characteristics of the building, the flows and energy consumption of specific urban surroundings, and characterize the structure and conditions of the vegetation heritage.

At this scale, the simulations of the main summer and winter bioclimatic behaviors of the urban space specified parameters such as the surface temperatures in the summer, the conditions of use and permeability of the soil, the values of the NDVI index, also with graphical elaborations that show the analysis of the morpho-typological subdivision intervals along some significant roads and the different geometries of the detected urban canyons. Among the indicators, the endowment of greenery (sqm/inhabitant) and trees (n/inhabitant); dimension; compactness; diversity; Normalized Difference Vegetation Index NDVI and Enhanced Vegetation Index EVI; Normalized Difference Water Index NDWI.

The multi-scalarity of the in-depth studies required a wide articulation of databases and software tools. On a large scale,

data geo-referencing tools were used to characterize and model the territory in its various components. The data processed comes from national geoportals and from the territorial information systems of regional and municipal administrations, as well as from European monitoring programs of the characteristics of the soils and the environment. Databases provided by higher institutes and national and regional agencies were also used. These sources have provided comprehensive, often up-to-date, high-precision support.

However, downscaling, the on-site survey and the modeling of environmental conditions were important to obtain reliable results and to then verify the impacts of the design choices. For the detailed elaborations, information systems were used for modeling the physical and microclimatic behavior of open spaces and buildings, integrated by software able to analyze and evaluate the performances of natural components in urban areas.

The transcalar adjustment of the tools to support the construction of cognitive frameworks and data processing represents a characteristic condition of environmental technological design, in which the consistency of the methodological approach is confirmed by the variation and diversified identification of the instrumentation at the site-specific conditions and to the objectives of the analysis and project.

Alla “scala dei progetti dimostratori” il livello di analisi e rappresentazione si è ulteriormente affinato, anche con rilievi ambientali sul campo, con una dettagliata ricognizione di funzioni e spazi di carattere pubblico e una puntuale analisi delle caratteristiche dell’ambito di progetto. Elaborazioni in pianta, in sezione e in assonometria restituiscono i caratteri tipologici dell’edificato, i flussi e i consumi energetici di specifici interni urbani, e caratterizzano assetto e condizioni del patrimonio vegetazionale.

A questa scala le simulazioni dei principali comportamenti bioclimatici estivi e invernali dello spazio urbano hanno consentito di specificare parametri quali le temperature superficiali nel periodo estivo, le condizioni d’uso e di permeabilità del suolo, i valori dell’indice NDVI, anche con elaborazioni grafiche che restituiscono l’analisi degli intervalli di suddivisione morfo-tipologica lungo alcune aste significative e le differenti geometrie dei *canyon* urbani rilevati. Tra gli indicatori, la dotazione di verde (mq/ab) e alberi (n/ab); dimensione; compattezza; diversità; *Normalized Difference Vegetation Index* NDVI ed *Enhanced Vegetation Index* EVI; *Normalized Difference Water Index* NDWI.

La multi-scalarità degli approfondimenti ha richiesto un’ampia articolazione di basi-dati e di strumenti *software*. Alla grande scala sono stati usati strumenti di georeferenziazione dei dati per caratterizzare e modellizzare il territorio nelle sue diverse componenti. I dati elaborati derivano da Geoportali nazionali e dai Sistemi informativi territoriali delle Amministrazioni regionali e comunali, oltre che da programmi europei di monitoraggio delle caratteristiche dei suoli e dell’ambiente. Sono state utilizzate anche banche dati fornite da Istituti superiori e da Agenzie nazionali e regionali. Tali fonti hanno fornito un supporto completo, spesso aggiornato e di elevata precisione.

Tuttavia, scendendo di scala, sono stati importanti il rilevamento in sito e la modellizzazione delle condizioni ambientali, per ottenere risultati attendibili e per poi verificare gli impatti delle scelte progettuali. Per le elaborazioni di maggior dettaglio sono stati quindi utilizzati sistemi informativi di modellazione del comportamento fisico e microclimatico di spazi aperti e edifici, integrati da *software* in grado di sviluppare analisi e valutazioni delle prestazioni delle componenti naturali in ambito urbano.

L’adeguamento transcalare degli strumenti a supporto della costruzione dei quadri conoscitivi e dell’elaborazione dei dati rappresenta una condizione caratteristica della progettazione tecnologica ambientale, nella quale la coerenza dell’approccio metodologico si declina nella variazione e nella diversificata individuazione della strumentazione alle condizioni *site-specific* e agli obiettivi di analisi e progetto.

References

- Dierna, S. (1995), “Tecnologie del progetto ambientale. Per una trasformazione sostenibile degli assetti insediativi”, in Sala, M. (ed), *Florence International Conference for Teachers of Architecture*, Proceedings, Alinea, Firenze.
- Losasso, M., Lucarelli, M.T., Rigillo, M. & Valente, R. (eds) (2020), *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale / Adapting to the Changing Climate. Knowledge Innovation for Environmental Design*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Sholz, R.W. & Tietje, O. (2002), *Embedded case study methods. Integrating quantitative and qualitative knowledge*, Sage Publications, Thousand Oaks.