

a cura di / edited by

Mario Losasso

Maria Teresa Lucarelli

Marina Rigillo

Renata Valente

Adattarsi al clima che cambia

Innovare la conoscenza per il progetto ambientale

Adapting to the Changing Climate

Knowledge Innovation for Environmental Design

Le conseguenze del cambiamento climatico impongono di innovare i metodi del progetto ambientale alla luce di più complessi approcci al sistema di produzione della conoscenza, integrando nel livello meta-progettuale strategie e azioni per garantire più efficaci contributi ai processi di riduzione del rischio, sui quali convergono le raccomandazioni e le politiche di numerosi organismi internazionali e nazionali. Il volume *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale*, è il primo dei due libri che restituiscono il lavoro della ricerca PRIN 2015 *Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico*, delle *Research Units* dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, del Politecnico di Milano, della Sapienza Università di Roma, dell'Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*, dell'Università degli Studi di Firenze, dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. La ricerca propone una ridefinizione del quadro teorico e metodologico per il progetto di adattamento climatico, individuando nella dimensione inter-scalare e sistemica le chiavi di accesso per interventi in specifici contesti urbani. Partendo da questo punto di vista, il volume inquadra in modo integrato i processi e gli strumenti della conoscenza attraverso i quali affrontare la gestione dei *topics* analitico-interpretativi a supporto delle azioni di *adaptive design*, puntando sulla interazione tra metodi di ricerca quantitativi e l'approccio euristico al progetto per la ricerca di soluzioni *site-specific*. Un sistema di indicatori definisce le condizioni di criticità legate agli impatti climatici e gli esiti *ex-post* degli interventi di rigenerazione urbana. Conclude il volume una lettura critica di casi studio internazionali e nazionali, dai quali sono state evinte prassi efficaci, trasferibili e applicabili ai contesti Italiani in ragione dei livelli inter-scalari utilizzati.

Curatori

Mario Losasso

Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

Maria Teresa Lucarelli

Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Marina Rigillo

Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

Renata Valente

Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Climate change consequences require more innovation in the design process at the light of the complex approaches to the knowledge-production system, integrating project strategies and actions within the meta-design approach in order to provide effective contributions to risk reduction, and to support recommendations and policies of the many international and national bodies concerning. The volume Adapting to the Changing Climate.

Knowledge Innovation for Environmental Design is the first of the two books tracing the scientific report of the PRIN 2015 research Adaptive design and technological innovations for the resilient regeneration of urban districts in climate change regime, conducted by Università degli Studi di Napoli Federico II, Politecnico di Milano, Sapienza Università di Roma, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Università degli Studi di Firenze, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. The research goal is to redefine the theoretical and methodological framework of the adaptation project, looking at the systemic and multi-scaling models as the conceptual keys to base the design actions in specific urban contexts. Starting from this point of view, the volume aims at integrating processes and tools of knowledge production, merging the quantitative research methods with the heuristic design approach for providing site-specific solutions. A set of indicators depict the site conditions in terms of climate criticalities and feedbacks resulting from the urban regeneration. The book concludes with a critical reading of international and national case studies, specifically themed, from which effective, transferable and enforceable practices with appropriate multi-scaling levels have been inferred for the Italian contexts.

Editors

Mario Losasso

Full Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, Università degli Studi di Napoli Federico II

Maria Teresa Lucarelli

Full Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture and Territory, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Marina Rigillo

Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, Università degli Studi di Napoli Federico II

Renata Valente

Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Engineering, Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Book series STUDIE 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

Mario Losasso

Maria Teresa Lucarelli

Marina Rigillo

Renata Valente

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:

Paris-Plages (photograph by Enza Tersigni, 2009)

ISBN 9788891643193

© Copyright of the Authors.

Released in the month of December 2020.

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

Adattarsi al clima che cambia
Innovare la conoscenza per il progetto ambientale

Adapting to the Changing Climate
Knowledge Innovation for Environmental Design

a cura di / edited by

Mario Losasso
Maria Teresa Lucarelli
Marina Rigillo
Renata Valente

PRIN 2015 Research - “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 UNITS

Università degli Studi di Napoli Federico II

Mario Losasso (Principal Investigator and Research Lead), Marina Rigillo (Operative Coordinator), Stefano Consiglio, Maurizio Giugni, Valeria D’Ambrosio, Francesco De Paola, Anna Maria Zaccaria, Ferdinando Di Martino, Mattia Federico Leone, Enza Tersigni, Federica Dell’Acqua.

Research Collaborators: Eduardo Bassolino, Carmela Apreda, Anita Bianco, Ensyie Farokhirad, Simona Mascolino.
Expert Group: Manfred Köhler (Hochschule Neubrandenburg), Norbert Kühn (Technische Universität Berlin), Paola Mercogliano (Fondazione CMCC, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici).

Politecnico di Milano

Elena Mussinelli (Research Lead), Andrea Tartaglia (RU Operative Coordinator), Roberto Bolici, Daniele Fanzini, Matteo Gambaro, Raffaella Riva, Giovanni Castaldo, Davide Cerati, Andrea Rebecchi.

Sapienza Università di Roma

Fabrizio Tucci (Research Lead), Alessandra Battisti (RU Operative Coordinator), Serena Baiani, Domenico D’Olimpio, Romeo Di Pietro, Giuseppe Piras.

Research Collaborators: Valeria Cecafofso, Duilio Iamonicò, Gaia Turchetti, Margherita Fiorini, Alessandro Malatesta, Michela Paglia, Elisa Pennacchia, Giulia Sciarretti, Violetta Tulelli, Giuseppina Vespa.

Expert Group: Thomas Auer, Daniele Santucci (Technische Universität München), Marco Cimillo (Xi’an Jiaotong - Liverpool University, Department of Architecture), Françoise Blanc (Ecole Nationale Supérieure d’Architecture de Toulouse), Patrick Thépôt (Ecole Nationale Supérieure d’Architecture de Grenoble).

Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli

Renata Valente (Research Lead), Salvatore Cozzolino, Carolina De Falco, Armando Di Nardo, Michele Di Natale, Francesca La Rocca, Mariano Perneti, Daniela Ruberti, Sandro Strumia.

Research Collaborators: Marco Vigliotti, Roberto Bosco, Eduardo Cappelli, Pietro Ferrara, Giuseppe Moccia.

Expert Group: Louise A. Mozingo (University of California at Berkeley), Carlo Donadio (Università degli Studi di Napoli Federico II).

Università degli Studi di Firenze

Roberto Bologna (Research Lead), Francesco Alberti, Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli, Giulia Guerri, Giulio Hasanaj.

Expert Group: Alfonso Crisci (Istituto di Biometeorologia del CNR di Firenze), Marianna Nardino (Istituto di Biometeorologia del CNR di Bologna), Daniele Vergari (Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno).

Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Maria Teresa Lucarelli (Research Lead), Martino Milardi (RU Operative Coordinator), Corrado Trombetta.

Research Collaborators: Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella.

Expert Group: Valerio Morabito (Università Mediterranea di Reggio Calabria - Upenn, University of Pennsylvania); Giovanni Cavanna (Istituto per le Tecnologie della Costruzione - Consiglio Nazionale delle Ricerche ITC-CNR).

Indice / Summary

9 Processi innovativi per l'adattamento climatico nella rigenerazione dei distretti urbani / Innovating Processes for Climate Adaptation in Urban District Regeneration

Mario Losasso

15 Progetto ambientale e sfida climatica / Environmental Design and Climate Challenge

Maria Teresa Lucarelli, Marina Rigillo, Renata Valente

Le parole della ricerca / The Research Terms

a cura di / editor *Martino Milardi*

24 Costruire un glossario per l'adattamento climatico / Editing a Glossary for Climate Adaptation

Martino Milardi

31 Cambiamento climatico / Climate Change, *Paola Mercogliano*

41 Hazard, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

47 Onda di calore / Heat Wave, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

51 Pluvial Flooding, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

55 Disaster Risk, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

61 Climate Sensitivity, *Carlo Donadio, Alberto Fortelli*

71 Indicatori di impatto / Impact Indicators, *Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella*

77 Vulnerabilità ai rischi naturali / Vulnerability to Natural Hazards, *Mattia Federico Leone*

83 Adattamento climatico e gestione del rischio / Climate Adaptation and Risk Governance, *Mattia Federico Leone*

89 Mitigazione climatica / Climate Mitigation, *Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella*

95 Resilienza / Resilience, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

99 Resilienza urbana / Urban Resilience, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

103 Resilience Management, *Rossella Rossi, Maria Vittoria Arnetoli*

107 Rigenerazione urbana / Urban Regeneration, *Alessandra Battisti, Gaia Turchetti*

113 Eco-Distretto / Eco-District, *Fabrizio Tucci, Serena Baiani*

123 Infrastrutture verdi / Green Infrastructure, *Elena Mussinelli, Matteo Gambaro, Raffaella Riva, Davide Cerati, Andrea Tartaglia*

127 Nature-Based Solution, *Elena Mussinelli, Matteo Gambaro, Raffaella Riva, Davide Cerati, Andrea Tartaglia*

131 Servizi ecosistemici / Ecosystem Services, *Elena Mussinelli, Matteo Gambaro, Raffaella Riva, Davide Cerati, Andrea Tartaglia*

135 Approccio bioclimatico / Bioclimatic Approach, *Valeria Cecafosso, Domenico D'Olimpio*

141 Efficienza energetica / Energy Efficiency, *Giuseppe Piras, Elisa Pennacchia*

145 Involucro/ Envelope, *Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella*

151 Climate Responsive Design, *Enza Tersigni*

157 Design Complexity, *Francesca La Rocca*

Dialogo / Dialogue

167 Dialogo intorno ai saperi per l'adattamento al clima / Dialogue about the Climate Adaptation Knowledges

Martino Milardi, Rosario Giuffré

Misurare l'adattamento climatico / Estimating Climate Adaptation

a cura di / editor *Valeria D'Ambrosio*

- 172 Progetto *climate proof*: indicatori, controllo e monitoring / Climate Proof Project: Indicators, Control and Monitoring
Valeria D'Ambrosio
- 179 Biotope Area Factor (BAF), *Anita Bianco*
- 183 Riduzione Impatto Edilizio (RIE), *Eduardo Bassolino*
- 187 Digital Terrain Model (DTM), *Francesco Alberti, Giulia Guerri*
- 191 Sky View Factor (SVF), *Francesco Alberti, Giulia Guerri*
- 195 Urban Aspect Ratio, *Francesco Alberti, Giulia Guerri*
- 199 Albedo, *Eduardo Bassolino*
- 203 Indice di permeabilità / Permeability Index, *Roberto Bosco, Salvatore Cozzolino, Carlo Donadio*
- 207 Trasmittanza termica dinamica / Dynamic Thermal Transmittance,
Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 211 Rapporto superficie opaca /trasparente / Opaque/Transparent Surface Ratio,
Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 215 Interfaccia edificio - spazio aperto / Building - Open Space Interface,
Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 219 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), *Romeo Di Pietro, Duilio Iamónico, Sandro Strumia*
- 223 Air Pollutant, *Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Daniele Fanzini, Giovanni Castaldo, Andrea Tartaglia*
- 229 Indicatore di riduzione di CO₂ e CO₂eq / Indicator of CO₂ and CO₂eq Reduction,
Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Daniele Fanzini, Giovanni Castaldo, Andrea Tartaglia
- 235 Greenhouse Gases, *Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Daniele Fanzini, Giovanni Castaldo, Andrea Tartaglia*
- 241 Temperatura Media Radiante (TMR) / Mean Radiant Temperature (MRT), *Valeria Cecafosso*
- 245 Physiological Equivalent Temperature (PET), *Marco Cimillo*
- 249 Predicted Mean Vote (PMV), *Marco Cimillo*
- 253 Velocità del vento / Wind Speed, *Marco Cimillo*
- Dialogo / Dialogue
- 257 L'uso degli indicatori nel progetto ambientale / Use of Indicators in the Environmental Project
Federica Dell'Acqua, Norbert Kühn

Casi studio per l'adattamento agli effetti del cambiamento climatico / Case Studies for Climate Change Adaptation

a cura di/ editor *Renata Valente*

- 262 Esperienze di progetti ambientali multiscalari / Multi-scale Environmental Design Experiences,
Renata Valente
- 267 Il Piano di Adattamento Climatico di Barcellona 2018-2030 / Pla Clima de Barcelona 2018 - 2030, *Enza Tersigni*
- 273 La scelta green di Amburgo: "das Hamburger Klimaschutzkonzept 2011" / The Hamburg Green Option: "das Hamburger Klimaschutzkonzept 2011", *Federica Dell'Acqua*
- 281 Approccio ecosistemico e soluzioni Nature-Based a Berlino: "StEP Klima 2016" / Ecosystem Approach and Nature-Based Solutions in Berlin: the "StEP Klima 2016", *Federica Dell'Acqua*

- 289** Strumenti di pianificazione resiliente a Rotterdam / Resilient Planning Tools in Rotterdam,
Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 295** La collaborazione istituzionale per il piano di adattamento di Padova / The Institutional Collaboration for the Padua Adaptation Plan,
Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 301** Il progetto di rigenerazione integrata di Clichy-Batignolles a Parigi / The Clichy-Batignolles Integrated Regeneration Project in Paris,
Valeria Cecafosso
- 307** Euromediterranée-Smartseille Recovery, *Gaia Turchetti*
- 313** Ginko: un eco-quartiere sul lago di Bordeaux / Ginko: an Eco-neighborhood on the Lake Bordeaux, *Valeria Cecafosso*
- 319** Caserne De Bonne: il nuovo centro di Grenoble / Caserne De Bonne: the New Grenoble Center, *Valeria Cecafosso*
- 325** La riconversione ambientale di Ekostaden Augustenborg a Malmö / The Environmental Reconversion of Ekostaden Augustenborg in Malmö,
Elena Mussinelli, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, Andrea Tartaglia
- 331** Hammarby Sjostad: rigenerazione urbana a Stoccolma / Hammarby Sjostad: Urban Regeneration in Stockholm,
Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella
- 337** Uno spazio verde sospeso a Dallas: Klyde Warren Park / A Suspended Green Space in Dallas: the Klyde Warren Park,
Elena Mussinelli, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, Andrea Tartaglia
- 341** Forestazione urbana a Bologna: il Progetto Gaia / Urban Forestry in Bologna: the Gaia's Project, *Roberto Bologna, Giulio Hasanaj*
- 349** Il programma per le green streets a Portland / Green Streets Program in Portland, *Roberto Bosco, Pietro Ferrara*
- 355** Philadelphia Green Stormwater Infrastructures, *Roberto Bosco, Pietro Ferrara*
- 361** La gestione adattiva delle acque meteoriche a Seattle / Adaptive Stormwater Management in Seattle, *Roberto Bosco, Pietro Ferrara*
- 367** Bagby Street Reconstruction: un'infrastruttura adattiva a Houston / Bagby Street Reconstruction: an Adaptive Infrastructure in Houston,
Elena Mussinelli, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, Andrea Tartaglia
- 375** Il corridoio ecologico del Passeig Sant Joan a Barcellona / The Ecological Corridor of the Passeig Sant Joan in Barcelona,
Roberto Bologna, Giulio Hasanaj
- 383** Water Square Benthemplein: spazi urbani multifunzionali a Rotterdam / Water Square Benthemplein: Multifunctional Urban Spaces in Rotterdam, *Roberto Bologna, Giulio Hasanaj*
- 391** Blue Infrastructures a Copenhagen. Il progetto di Tåsinge square / Blue Infrastructures in Copenhagen. The Project of Tåsinge square,
Roberto Bologna, Giulio Hasanaj
- Dialogo / Dialogue
- 399** Replicabilità e direzioni per il progetto ambientale appropriato / Replicability and Directions for Appropriate Environmental Design
Renata Valente, Louise A. Mozingo

Final Remarks

- 406** Sul confine. Assetti plurali per il progetto di adattamento climatico / On the Border. Plural Assets for the Climate Adaptation Project
Marina Rigillo

Efficienza energetica

Energy Efficiency

Giuseppe Piras, *Sapienza Università di Roma*
Elisa Pennacchia, *Sapienza Università di Roma*

Con il termine efficienza energetica si intende genericamente la capacità di un sistema fisico di conseguire un determinato risultato impiegando il minor quantitativo di energia rispetto ad altri sistemi meno efficienti, incrementandone il rendimento e ottenendo conseguentemente un risparmio di energia, una diminuzione dei costi e benefici ambientali (Cumò et al., 2019). Questo concetto si è diffuso all'inizio del XXI secolo in quanto costituisce uno strumento efficace per affrontare le recenti sfide inerenti alla scarsità delle risorse, ai cambiamenti climatici dovuti alle emissioni dei gas climalteranti e alla dipendenza dalle importazioni di energia proveniente principalmente da fonti non rinnovabili (Di Franco, 2017). Oltre agli evidenti benefici ambientali, perseguire gli obiettivi dell'efficienza energetica comporta anche una maggiore indipendenza energetica e competitività economica, nonché la creazione di nuovi posti di lavoro grazie alla richiesta di nuove professionalità qualificate (PNIEC, 2019).

È un tema prioritario nelle politiche internazionali anche se in alcuni paesi è ancora lungi dall'essere pienamente realizzata, per motivi comportamentali, finanziari e normativi. L'efficienza energetica costituisce uno degli obiettivi fondamentali della «Strategia Europa 2030» per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva (Commissione Europea, 2014). La Direttiva EU 2012/27/EU la definisce come «il rapporto tra la produzione di prestazioni, servizi, beni o energia, e l'immissione di energia» (European Parliament, 2015).

Nel 2014 l'AIE (Agenzia Internazionale dell'Energia) l'ha definita come il “primo carburante” di un sistema energetico sostenibile, in grado di offrire benefici ambientali sociali ed economici. L'AIE ha individuato degli indicatori fondamentali per l'elaborazione di politiche atte a fissare e a raggiungere gli obiettivi di efficienza energetica; essi consentono di individuare dove e come conseguire risparmi energetici, di modellare e prevedere la domanda futura di energia nei settori residenziale e industriale, dei servizi e dei trasporti (OECD / IEA, 2014).

Evoluzione del quadro legislativo di riferimento

Quello dell'edilizia è il settore chiave per l'efficienza energetica, in quanto risulta responsabile di circa un terzo del consumo di energia e del 50% di emissioni di CO₂ (D'Alessandro & Capolongo, 2015).

La necessità di ottimizzare le prestazioni energetiche degli edifici emerge dopo la crisi petrolifera del 1973, provocata dalla guerra dello Yom Kippur da cui è originato l'embargo contro gli USA e i sostenitori di Israele, che ha generato una drastica diminuzione della disponibilità delle scorte di petrolio sul mercato. Tale evento ha portato all'emanazione della prima legge italiana sui consumi degli edi-

In general terms energy efficiency refers generically to the ability of a physical system to achieve a given result by using the least amount of energy compared to other less efficient systems, increasing its efficiency and consequently achieving energy savings, lower costs and environmental benefits (Cumò et al., 2019).

This concept became widespread at the beginning of the 21st century as an effective tool to address recent challenges related to resource scarcity, climate change due to climate-changing gas emissions and dependence on imports of energy mainly from non-renewable sources (Di Franco, 2017).

In addition to the obvious environmental benefits, pursuing energy efficiency objectives also implies greater energy independence and economic competitiveness, as well as the creation of new jobs thanks to the demand for new qualified professionals (PNIEC, 2019). It is a priority issue in international policies even if in some countries it is still far from being fully realised, for behavioural, financial and regulatory reasons.

Energy efficiency is one of the key objectives of the “Europe 2030 strategy” for smart, sustainable and inclusive growth (European Commission, 2014). The EU Directive 2012/27/EU defines it as “the relationship between the production of services, goods or energy, and the supply of energy” (European Parliament, 2015). In 2014, the International Energy Agency (IEA) defined it as the “first fuel” of a sustainable energy system, offering social and economic environmental benefits.

The IEA has identified key indicators for the development of policies to set and achieve energy efficiency targets, where and how to achieve energy savings, and to model and predict future energy demand in the residential, industrial, service and transport sectors (OECD / IEA, 2014).

Evolution of the legislative framework

Construction sector is the key for energy efficiency, accounting for about one third of energy consumption and 50% of CO₂ emissions.

The need to optimize the energy performance of buildings

emerges after the 1973 oil crisis, caused by the Yom Kippur war which led to the embargo against the US and Israeli supporters and a drastic reduction in the availability of oil stocks.

This event led to the enactment of the first Italian law on the consumption of buildings, no. 373 of 1976, which dealt with “Regulations to limit energy consumption for building space heating”. This law regulated in the first part the systems for the production of thermal energy and the related thermoregulation systems, in the second part the thermal insulation of buildings and in the third part the penalties applied in case of non-compliance.

This law was subsequently integrated with Presidential Decree 1052/77 to define the criteria for the application of the law and the deadlines for the delivery of the technical report, with Ministerial Decree 10/03/1977 to establish the climatic zones and the values of the heat loss coefficient in buildings and with Ministerial Decree 30/07/1986 to update the heat loss coefficient on the basis of the shape ratio, dispersing surface/ heated gross volume of the building (S / V) and the climate zone in which it is located. Law 10/1991 “Regulations for the implementation of the National Energy Plan on the rational use of energy, energy saving and development of renewable energy sources” introduced the energy certification of buildings to give a new impetus to energy efficiency.

The European Union has promoted numerous programmes and directives to encourage increases energy efficiency, including 2002/91/EC and 2010/31/EU on the energy performance of buildings, 2006/32/EC on energy end-use and energy services, 2009/29/EC, 2012/27/EU and 2018/844/UE.

In view of the approaching expiry of the Kyoto Protocol (1997) target to reduce total greenhouse gas emissions by an average of 5% below 1990 levels for the period 2008-2012, Europe has issued Directive 2002/91/EC, known as the EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) to speed up the implementation of the measures. It obliged Member States to introduce certification of the energy performance of buildings for the first time, regular inspection of boilers and air conditioning systems and also an assessment of heating systems with boilers more than 15 years old.

Legislative Decree 192/2005 is the Italian transposition of Directive 2002/91/EC, corrected and supplemented by Legislative Decree 311/2006, which has promoted the reduction of energy consumption and CO₂ emissions and the creation of new businesses and job opportunities, promoting technological innovation in the field of renewable sources and energy saving.

Article 7 of Law Decree 112/2008, converted into Law 133/2008, assigned the Government the task of planning a SEN (National Energy Strategy), in which to define the priorities for

fici, n. 373 del 1976, che trattava: “Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”. Tale legge ha disciplinato nella prima parte gli impianti per la produzione di energia termica e i sistemi di termoregolazione annessi, nella seconda l’isolamento termico degli edifici e nella terza le sanzioni applicate in caso di mancata osservanza.

Questa legge è stata successivamente integrata con il DPR 1052/77 per definire i criteri di applicazione della legge e i termini per la consegna della relazione tecnica, con il DM 10/03/1977 per stabilire le zone climatiche e i valori del coefficiente di dispersione del calore negli edifici e con il DM 30/07/1986 per aggiornare il coefficiente di dispersione termica sulla base del rapporto di forma, superficie disperdente / volume lordo riscaldato dell’edificio (S / V) e alla fascia climatica in cui è collocato.

La legge 10/1991 “Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” ha introdotto la certificazione energetica degli edifici per dare un nuovo impulso all’efficienza energetica.

L’Unione Europea ha promosso numerosi programmi e direttive per favorire gli incrementi dell’efficienza energetica, tra cui la 2002/91/CE e la 2010/31/UE sulle prestazioni energetiche degli edifici, la 2006/32/CE su gli usi finali dell’energia e i servizi energetici, la 2009/29/CE, la 2012/27/UE e la 2018/844/UE. In vista dell’avvicinarsi della scadenza dell’obiettivo previsto dal Protocollo di Kyoto del 1997, di ridurre per il periodo 2008–2012 il totale delle emissioni di gas ad effetto serra almeno del 5% rispetto ai livelli registrati nel 1990, l’Europa ha emanato la Direttiva 2002/91/CE, nota come EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) per accelerare l’attuazione delle misure. Essa ha obbligato gli stati membri a introdurre per la prima volta una certificazione del rendimento energetico

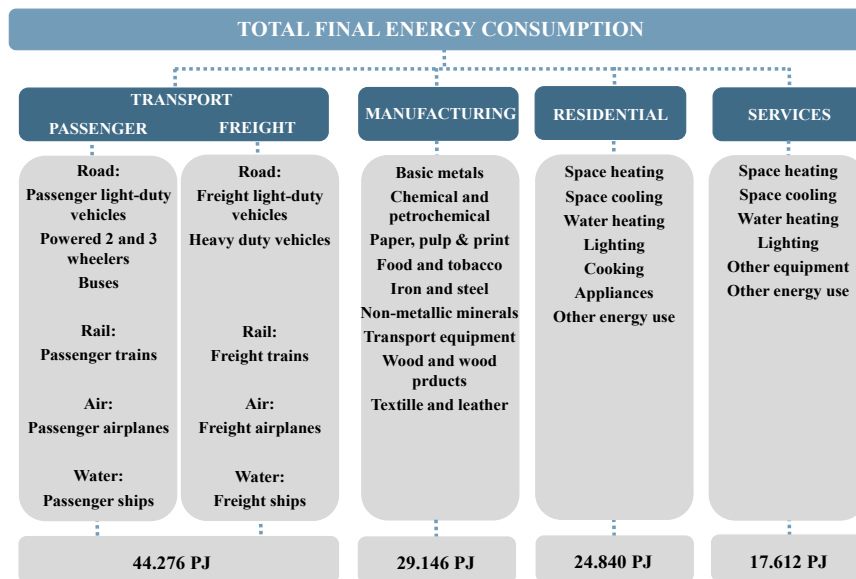


Fig. 1 - Gli indicatori dell’efficienza energetica definiti dall’AIE. *The energy efficiency indicators defined by the IEA* (Source: OECD/IEA, 2014).

degli edifici, l'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d'aria e inoltre una perizia del complesso degli impianti termici con caldaie aventi più di quindici anni.

Il D.lgs. 192/2005 è il recepimento italiano della Direttiva 2002/91/CE, corretto ed integrato dal D.lgs. 311/2006, che ha promosso la riduzione dei consumi di energia e delle emissioni di CO₂ e la creazione di nuove imprese e opportunità di lavoro, favorendo l'innovazione tecnologica nel settore delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico.

L'art. 7 del D.L. 112/2008, convertito in legge 133/2008 ha attribuito al Governo il compito di pianificare una SEN (Strategia Energetica Nazionale), in cui definire le priorità per il breve ed il lungo periodo e determinare delle misure necessarie per conseguire diversi obiettivi tra cui la promozione delle fonti rinnovabili di energia e dell'efficienza energetica e l'incremento della ricerca nel settore energetico e della sostenibilità ambientale.

La Direttiva 2009/29/CE nota come "pacchetto clima-energia 20-20-20" ha fissato gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai valori registrati nel 1990, di aumento al 20% della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica entro il 2020.

La Direttiva 2010/31/UE ha introdotto l'elaborazione di un APE (Attestato di Prestazione Energetica) in sostituzione del precedente ACE (Attestato di Certificazione Energetica), attraverso cui determinare l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile (EPgl, nren) che consente di identificare il consumo di energia primaria, tenendo conto del fabbisogno per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda, per la ventilazione, per l'illuminazione artificiale, per il trasporto di persone o cose. L'APE prevede inoltre l'individuazione di raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'unità immobiliare/edificio.

La Direttiva ha definito anche il concetto di nZEB (nearly Zero Energy Building), ovvero un edificio ad altissima prestazione energetica, con un fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo che dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia proveniente da fonti rinnovabili, compresa quella prodotta in loco o nelle vicinanze.

La Direttiva 2012/27/UE ha sancito il ruolo indispensabile dell'efficienza energetica come strumento strategico per affrontare le attuali sfide, per conseguire gli obiettivi del 2020 e costituisce un presupposto per compiere progressi successivi fino al 2050.

L'Italia ha recepito la Direttiva 2012/27/UE attraverso il D.lgs. 102/2014 e il PAEE (Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica), fissando un insieme di misure volte al conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico definiti al 2020 e istituendo il FNEE (Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica).

Gli equilibri geo-politici e le innovazioni tecnologiche potrebbero modificare radicalmente la scena energetica in un qualsiasi momento, ma ciò che sembra certo, tuttavia, è che c'è e ci sarà una continua tendenza verso l'impiego di tecnologie sempre più "pulite" e verso una migliore efficienza energetica, come dimostra la direttiva 2018/844 che ha richiesto agli stati membri una pianificazione strategica con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 fino a una completa decarbonizzazione nel 2050.

the short and long term and determine the measures necessary to achieve various objectives including the promotion of renewable energy sources and energy efficiency and the increase of research in the energy sector and environmental sustainability.

Directive 2009/29/EC known as the "20-20-20 climate and energy package" set targets for reducing greenhouse gas emissions by 20% below 1990, increasing the share of energy produced from renewable sources to 20% and increasing energy efficiency by 2020.

Directive 2010/31/EU introduced the development of an APE (Energy Performance Certificate) to replace the previous ACE (Energy Certification Certificate), through which can be determined the global non-renewable energy performance index (EPgl, nren), which allows to identify the primary energy consumption, taking into account the needs for winter and summer air conditioning, hot water production, ventilation, artificial lighting, transport of people or things. The APE also provides for the identification of recommendations for improving the energy efficiency of the building unit/building.

The Directive has also defined the concept of nZEB (nearly Zero Energy Building), i.e. a very high energy performance building with very low or almost no energy requirements that should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy produced locally or nearby.

Directive 2012/27/EU enshrined the indispensable role of energy efficiency as a strategic tool to address the current challenges, to achieve the 2020 targets and is a prerequisite for further progress until 2050.

Italy has implemented Directive 2012/27/EU through Legislative Decree 102/2014 and the EEEP (Action Plan for Energy Efficiency), establishing a set of measures aimed at achieving the national energy saving targets set for 2020 and establishing the FNEE (National Energy Efficiency Fund).

Geo-political balances and technological innovations could radically change the energy scene at any time, but what seems certain, however, is that there is and will be a continuous trend towards the use of increasingly "cleaner" technologies and better energy efficiency, as demonstrated by Directive 2018/844 which required Member States to have strategic planning with the objective of reducing greenhouse gas emissions by at least 40% by 2030 until full decarbonisation in 2050.

References

- Commissione Europea (2014), *Comunicazione della Commissione Europea 2030. Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva*, Bruxelles, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0015>
- Cumo, F., Piras, G. & Sforzini, V. (2019), *Analisi energetica degli edifici. Elementi progettuali*, Esculapio, Bologna.
- D'Alessandro, D. & Capolongo, S. (2015), *Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale*, FrancoAngeli, Milano.
- Di Franco, N. (2017), *Efficienza energetica: Idea, teoria e prassi*, FrancoAngeli, Milano.
- European Parliament, (ottobre 2015), *Understanding energy efficiency*, available at: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI\(2015\)568361_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI(2015)568361_EN.pdf)
- OECD/IEA, (2014), *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*, available at: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf
- Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (Dicembre 2019), available at: https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/pniec_finale_17012020.pdf
- L. n. 373 del 1976 “Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”.
- D.P.R. 28 giugno 1977, n. 1052, “Regolamento di esecuzione alla legge 30 aprile 1976, n. 373, relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici”.
- D. M. 10 marzo 1977 “Determinazione delle zone climatiche, dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici di dispersione termica”.
- D.P.R. 1052 del 28 aprile 1977 “Regolamento di esecuzione alla Legge 30 aprile 1976, n. 373”.
- D. M. 30 luglio 1986 “Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici”.
- L. 9 gennaio 1991, n. 10 “Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”.
- Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell’edilizia.
- D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”.
- D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311, “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”.
- Direttiva 2006/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici
- D.L. 25 giugno 2008, n. 112, “Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione Tributaria”, convertito in L. 6 agosto 2008, n. 133.
- Direttiva 2009/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra.
- Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell’edilizia.
- Direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012, sull’efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE.
- Direttiva 2018/844/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica.

Book series STUDI E PROGETTI

Books

1. Andrea Tartaglia, *Project Financing e Sanità. Processi, attori e strumenti nel contesto europeo*, 2005.
2. Daniele Fanzini (ed), *Il progetto nei programmi complessi di intervento. L'esperienza del Contratto di Quartiere San Giuseppe Baia del Re di Piacenza*, 2005.
3. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Andrea Poltronieri, *Marketing Territoriale. Piano, azioni e progetti nel contesto mantovano*, 2005.
4. Matteo Gambaro, *Regie evolute del progetto. Le Società di trasformazione urbana*, 2005.
5. Silvia Lanzani, Andrea Tartaglia (eds), *Innovazione nel progetto ospedaliero. Politiche, strumenti tecnologie*, 2005.
6. Alessandra Oppio, Andrea Tartaglia (eds), *Governo del territorio e strategie di valorizzazione dei beni culturali*, 2006.
7. Fabrizio Schiaffonati, Arturo Majocchi, Elena Mussinelli (eds), *Il Piano d'area del Parco Naturale della Valle del Ticino piemontese*, 2006.
8. Matteo Gambaro, Daniele Fanzini (eds), *Progetto e identità urbana. La riqualificazione di piazza Cittadella in Piacenza*, 2006.
9. Lorenzo Mussone, Luca Marescotti (eds), *Conoscenza e monitoraggio della domanda di mobilità nelle aree metropolitane: teoria, applicazioni e tecnologia*, 2007.
10. Luca Marescotti, Lorenzo Mussone (eds), *Grandi infrastrutture per la mobilità di trasporto e sistemi metropolitani: Milano, Roma e Napoli*, 2007.
11. Giorgio Casoni, Daniele Fanzini, Raffaella Trocchianesi (eds), *Progetti per lo sviluppo del territorio. Marketing strategico dell'Oltrepò Mantovano*, 2008.
12. Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Matteo Gambaro (eds), *Tecnologia e progetto urbano. L'esperienza delle STU*, 2008.
13. Elena Mussinelli (ed), *Il Piano Strategico di Novara*, 2008.
14. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, 2008.
15. Raffaella Riva, *Il metaprogetto dell'ecomuseo*, 2008.
16. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Andrea Poltronieri (eds), *Paesaggio e beni culturali. Progetto di valorizzazione dell'Area Morenica Mantovana*, 2009.
17. Matteo Gambaro (ed), *Paesaggio e sistemi territoriali. Strategie per la valorizzazione della fascia contigua al Parco naturale della Valle del Ticino piemontese*, 2009.
18. Roberto Bolici, Andrea Poltronieri, Raffaella Riva (eds), *Paesaggio e sistemi ecomuseali. Proposte per un turismo responsabile*, 2009.
19. Fabrizio Achilli, Daniele Fanzini, Valeria Poli, Cesarina Raschiani (eds), *Popolare la città. Cento anni di case popolari a Piacenza*, 2009.
20. Giovanni Boncinelli, *Simmetria e funzione nell'architettura*, 2009.
21. Giorgio Casoni, Daniele Fanzini, *I luoghi dell'innovazione. Complessità, management e progetto*, 2011.
22. Marta Ferretti, Tamara Taiocchi, *26 Km Bergamo-San Pellegrino Terme. Strategie e progetti per la riqualificazione della ferrovia della Valle Brembana*, 2012.
23. Giorgio Bezoari, Eduardo Salinas Chávez, Nancy Benítez Vázquez (eds), *San Isidro en el Valle de los Ingenios. Trinidad. Cuba*, 2013.
24. Elena Mussinelli (ed), *La valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico. Progetto per le Corti Bonoris nel Parco del Mincio*, 2014.
25. Fabrizio Schiaffonati, *Il progetto della residenza sociale*, editor Raffaella Riva, 2014.
26. Fabrizio Schiaffonati (ed), *Renato Calamida, Marco Lucchini, Fabrizio Schiaffonati Architetti*, 2014.
27. Giovanni Castaldo, Adriana Granato (eds), *Un progetto per gli scali ferroviari milanesi*, 2015.

28. Elena Mussinelli (ed), *Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement*, 2015.
29. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Arturo Majocchi, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, *Tecnologia Architettura Territorio. Studi ricerche progetti*, 2015.
30. Oscar Eugenio Bellini, *Student housing_1*, 2015.
31. Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Corrado Trombetta (eds), *Cluster in progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione / The Architectural technology network for innovation*, 2016.
32. Paola De Joanna, *Architettura e materiali lapidei. Strategie sostenibili e processi estrattivi*, 2016.
33. Luca Mora, Roberto Bolici, *Progettare la Smart City. Dalla ricerca teorica alla dimensione pratica*, 2016.
34. Fabrizio Schiaffonati, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, *Il progetto di rigenerazione urbana. Proposte per lo scalo di Porta Romana a Milano*, 2017.
35. Raffaella Riva (ed), *Ecomuseums and cultural landscapes. State of the art and future prospects*, 2017.
36. Daniele Fanzini (ed), *Tecnologie e processi per il progetto del paesaggio. Reti e modelli distrettuali*, 2017.
37. Andrea Tartaglia, *Progetto e nuovo Codice dei contratti. Innovazioni nel processo edilizio*, 2018.
38. Roberto Ruggiero, *La versione di Rice. Cultura progettuale di un ingegnere umanista*, 2018.
39. Sergio Russo Ermolli (ed), *The Changing Architect. Innovazione tecnologica e modellazione informativa per l'efficienza dei processi / Technological innovation and information modeling for the efficiency of processes*, 2018.
40. Andrea Tartaglia, Davide Cerati (eds), *Il progetto di valorizzazione dei territori rurali metropolitan Proposte per il Sud-Abbatense / Design for the enhancement of metropolitan rural territories Proposals for the Sud-Abbatense*, 2018.
41. Oscar Eugenio Bellini, Andrea Ciaramella, Laura Daglio, Matteo Gambaro (eds), *La Progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca*, 2018.
42. Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Laura Daglio (eds), *Progettare Resiliente*, 2018.
43. Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (eds), *La Produzione del Progetto*, 2019.
44. Oscar Eugenio Bellini, *Student housing_2. Il progetto della residenza universitaria*, 2019.
45. Daniele Fanzini, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva (eds), *Project challenges: sustainable development and urban resilience*, 2019.
46. Eugenio Arbizzani, Eliana Cangelli, Laura Daglio, Elisabetta Ginelli, Federica Ottone, Donatella Radogna (eds), *Progettare in vivo la rigenerazione urbana*, 2020.
47. Sergio Russo Ermolli, *The Digital Culture of Architecture. Note sul cambiamento cognitivo e tecnico tra continuità e rottura / Notes on cognitive and technical change between continuity and disruption*, 2020.
48. Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia (eds), *Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale*, 2020.

E-book

Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Laura Daglio, Mattia Federico Leone (eds), *Designing Resilience*, June 2019.

Maria Azzalin, Eliana Cangelli, Laura Daglio, Federica Ottone, Donatella Radogna (eds), *Il progetto tra ricerca e sperimentazione applicata. Il contributo dei giovani ricercatori*, October 2019.

E-book Open Access

Raffaella Riva (ed), *Ecomuseums and cultural landscapes. State of the art and future prospects*, December 2017.

Daniele Fanzini, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva (eds), *Project challenges: sustainable development and urban resilience*, December 2019.

Associazione culturale Urban Curator Tecnologia Architettura Territorio (ed), *Una strategia per il sud-est di Milano. L'hub di Rogoredo. Progetti, operatori, infrastrutture e valorizzazione ambientale*, February 2020.

Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia (eds), *Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale*, October 2020.

Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (eds), *Producing Project*, November 2020.

Le conseguenze del cambiamento climatico impongono di innovare i metodi del progetto ambientale alla luce di più complessi approcci al sistema di produzione della conoscenza, integrando nel livello meta-progettuale strategie e azioni per garantire più efficaci contributi ai processi di riduzione del rischio, sui quali convergono le raccomandazioni e le politiche di numerosi organismi internazionali e nazionali. Il volume *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale*, è il primo dei due libri che restituiscono il lavoro della ricerca PRIN 2015 *Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico*, delle *Research Units* dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, del Politecnico di Milano, della Sapienza Università di Roma, dell'Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*, dell'Università degli Studi di Firenze, dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. La ricerca propone una ridefinizione del quadro teorico e metodologico per il progetto di adattamento climatico, individuando nella dimensione inter-scalare e sistemica le chiavi di accesso per interventi in specifici contesti urbani. Partendo da questo punto di vista, il volume inquadra in modo integrato i processi e gli strumenti della conoscenza attraverso i quali affrontare la gestione dei *topics* analitico-interpretativi a supporto delle azioni di *adaptive design*, puntando sulla interazione tra metodi di ricerca quantitativi e l'approccio euristico al progetto per la ricerca di soluzioni *site-specific*. Un sistema di indicatori definisce le condizioni di criticità legate agli impatti climatici e gli esiti *ex-post* degli interventi di rigenerazione urbana. Conclude il volume una lettura critica di casi studio internazionali e nazionali, dai quali sono state evinte prassi efficaci, trasferibili e applicabili ai contesti Italiani in ragione dei livelli inter-scalari utilizzati.

Curatori

Mario Losasso

Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

Maria Teresa Lucarelli

Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Marina Rigillo

Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

Renata Valente

Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Climate change consequences require more innovation in the design process at the light of the complex approaches to the knowledge-production system, integrating project strategies and actions within the meta-design approach in order to provide effective contributions to risk reduction, and to support recommendations and policies of the many international and national bodies concerning. The volume Adapting to the Changing Climate.

Knowledge Innovation for Environmental Design is the first of the two books tracing the scientific report of the PRIN 2015 research Adaptive design and technological innovations for the resilient regeneration of urban districts in climate change regime, conducted by Università degli Studi di Napoli Federico II, Politecnico di Milano, Sapienza Università di Roma, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Università degli Studi di Firenze, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. The research goal is to redefine the theoretical and methodological framework of the adaptation project, looking at the systemic and multi-scaling models as the conceptual keys to base the design actions in specific urban contexts. Starting from this point of view, the volume aims at integrating processes and tools of knowledge production, merging the quantitative research methods with the heuristic design approach for providing site-specific solutions. A set of indicators depict the site conditions in terms of climate criticalities and feedbacks resulting from the urban regeneration. The book concludes with a critical reading of international and national case studies, specifically themed, from which effective, transferable and enforceable practices with appropriate multi-scaling levels have been inferred for the Italian contexts.

Editors

Mario Losasso

Full Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, Università degli Studi di Napoli Federico II

Maria Teresa Lucarelli

Full Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture and Territory, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Marina Rigillo

Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, Università degli Studi di Napoli Federico II

Renata Valente

Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Engineering, Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*