

CITTÀ TRANSIZIONE CLIMATICA E PROCESSI RIGENERATIVI

Politiche locali e
sperimentazioni di strategie e
azioni climate-proof per le aree
metropolitane del Sud Italia

a cura di
Mario Losasso
Massimo Lauria
Cesare Sposito
Federica Dell'Acqua

Comitato scientifico

Edoardo Dotto
Antonella Greco
Emilio Faroldi
Nicola Flora
Bruno Messina
Stefano Munarin
Giorgio Peghin

Questo lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto PRIN 2022 PNRR "REACT – Regenerative processes Enhancement to Address decision makers toward Climate-proof Transition of southern metropolitan areas" (2023-2025), finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU, PRIN2022 Ministero italiano dell'Università e della Ricerca: MUR: Codice progetto: P202289E5N – CUP C53D23008200001.



La collana adotta il sistema di revisione della double-blind peer-review, pertanto tutti i contributi sono soggetti a revisione da parte di esperti del tema.

Il volume è pubblicato con accesso aperto e distribuito con licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (CC-BY).

ISBN 979-12-5644-121-1

Prima edizione ottobre 2025

© LetteraVentidue Edizioni
© Mario Losasso, Massimo Lauria, Cesare Sposito, Federica Dell'Acqua

È vietata la riproduzione, anche parziale, effettuata con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico. Per la legge italiana la fotocopia è lecita solo per uso personale purché non danneggi l'autore. Quindi ogni fotocopia che eviti l'acquisto di un libro è illecita e minaccia la sopravvivenza di un modo di trasmettere la conoscenza. Chi fotocopie un libro, chi mette a disposizione i mezzi per fotocopiare, chi comunque favorisce questa pratica commette un furto e opera ai danni della cultura.

Nel caso in cui fosse stato commesso qualche errore o omissione riguardo ai copyrights delle illustrazioni saremo lieti di correggerlo nella prossima ristampa.

Progetto grafico: Ilaria Valenti

LetteraVentidue Edizioni Srl
Via Luigi Spagna, 50P
96100 Siracusa

www.letteraventidue.com

Gruppo di lavoro del progetto REACT:
Università degli Studi di Napoli Federico II (UniNA)
DIARC – Dipartimento di Architettura
Mario Losasso (Responsabile scientifico di sede e PI fino al 31 ottobre 2024); Federica Dell'Acqua (Responsabile operativo e Responsabile scientifico di sede dal 1° novembre 2024); Valeria D'Ambrosio, Paola Ascione, Ferdinando Di Martino, Marina Rigillo; Enza Tersigni, Maria Fabrizia Clemente e Cristina Visconti; Sara Verde (Assegnista di ricerca); Martina Di Palma, Federica Paragliola e Chiara Russo (Dottorandi).

Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria (UnIRC)
DICEAM – Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali | dAeD – Dipartimento Architettura e Design
Massimo Lauria (Responsabile scientifico di sede e PI dal 1° novembre 2024); Maria Azzalin (Responsabile operativo per la sede); Francesca Giglio e Consuelo Nava; Carla Albanese (Assegnista di ricerca).

Università degli Studi di Palermo (Unipa)
DARCH – Dipartimento di Architettura | Dipartimento di Culture e Società
Cesare Sposito (Responsabile scientifico di sede); Francesca Scalisi (Responsabile operativo di sede); Maria Luisa Germanà, Daniele Milone, Daniele Ronsivalle e Santina Di Salvo; Francesco Renda (Assegnista di Ricerca).

Al progetto REACT hanno inoltre partecipato:
Francesco Armocida, Andrea Cannavacciuolo, Edoardo Cicala, Vincenzo De Santis, Federico Filice, John Hendy, Antonino La Spada, Giuseppe Mangano, Andrea Marçel Pidalà.

CITTÀ TRANSIZIONE CLIMATICA E PROCESSI RIGENERATIVI

Politiche locali e
sperimentazioni di strategie e
azioni climate-proof per le aree
metropolitane del Sud Italia

a cura di
Mario Losasso
Massimo Lauria
Cesare Sposito
Federica Dell'Acqua

Indice

7	Prefazione
10	Dalla rigenerazione urbana alla città rigenerativa per il contrasto del cambiamento climatico Mario Losasso
16	La ricerca PRIN 2022 PNRR “REACT”. Il supporto alle PA nello sviluppo di visioni strategiche Federica Dell’Acqua, Massimo Lauria, Cesare Sposito
	Capitolo 1 Verso la carbon e climate neutrality degli insediamenti urbani
24	1.1 Scenari al 2030 e 2050. Politiche internazionali e nazionali Francesco Armocida, Valeria D’Ambrosio, Santina Di Salvo, Francesca Giglio, Cesare Sposito
40	1.2 Indirizzi per la carbon e climate neutrality in contesti di transizione digitale Maria Azzalin
60	1.3 Strategie e strumenti del Regenerative Design. Approcci “phygital” per la vulnerabilità climatica nell’analisi di resilienza Consuelo Nava
68	1.4 SNAC 2015, PNACC 2023 e strumenti di governo del territorio alla scala locale Maria Fabrizia Clemente, Federico Filice, Giuseppe Mangano, Andrea Marçel Pidalà, Francesca Scalisi, Cesare Sposito

86	1.5 Gap, barriere e limiti al raggiungimento della carbon e climate neutrality in contesti e scenari comunitari Giuseppe Mangano, Francesca Scalisi, Cristina Visconti
	Capitolo 2 Sperimentazioni in contesti metropolitani
102	2.1 Amministrazioni locali: visioni strategiche Federica Dell'Acqua, Massimo Lauria, Cesare Sposito
124	2.2 Criticità nell'attuazione delle strategie nei contesti locali Francesca Giglio, Francesca Scalisi, Cesare Sposito, Cristina Visconti
144	2.3 Ricerca e pubbliche amministrazioni: approcci metodologici e workflow operativi per la sperimentazione sui casi applicativi Paola Ascione, Maria Azzalin, Federica Dell'Acqua, Ferdinando Di Martino, Massimo Lauria, Francesco Renda, Francesca Scalisi, Cesare Sposito
178	2.4 Prospettive di trasferimento di conoscenza e di strumenti operativi: i Capacity Building MOOC Maria Azzalin, Federica Dell'Acqua

La ricerca REACT “Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas” è finanziata dal MUR nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 “Istruzione e Ricerca” – Componente C2 Investimento 1.1, “Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN)” di cui al D.D. n. 1409 del 14 settembre 2022, linea SUD.

Vi partecipano tre unità operative di ricerca afferenti, rispettivamente, all’Università degli Studi di Napoli Federico II, all’Università degli Studi di Mediterranea di Reggio Calabria e all’Università degli Studi di Palermo.

Il programma di ricerca è stato formulato secondo alcuni presupposti che è utile ripercorrere per comprenderne l’impostazione metodologica e il percorso sperimentale. In maniera maggiore rispetto ad altri contesti nazionali, le città del sud Italia sono esposte agli effetti del cambiamento climatico in base a specifiche vulnerabilità, subendo l’incidenza di fenomeni pericolosi quali heatwave, heavy rains, pluvial flooding, siccità e impatti sulla linea di costa.

Gli attuali indirizzi europei e nazionali di politica tecnica, attraverso direttive, programmi e norme, orientano senza equivoci le azioni di governo del territorio nella direzione del contrasto del cambiamento climatico. All’interno di tale scenario sono definite misure di adattamento e mitigazione climatica, che in prospettiva richiedono, sia un elevato livello di reciproca integrazione, sia una necessaria contestualizzazione nel confronto con il sistema di competenze delle Pubbliche Amministrazioni e con la disponibilità delle risorse locali. I gap di conoscenze e di capacità operative alla scala locale scontano inoltre numerosi fattori ostativi sui quali si innestano condizioni di difficile attuazione delle misure.

In relazione agli obiettivi di adattamento e mitigazione climatica il sistema di strategie e azioni capace di tradurre in forma operativa tali misure si rivela di maggiore efficacia quando è inquadrato in uno scenario basato su processi rigenerativi e circolari che orientino in maniera appropriata gli strumenti di pianificazione e di progettazione.

Tale sistema, se ben costruito, contiene un elevato potenziale di building capacity per le Amministrazioni locali al fine di affrontare le sfide della transizione climatica delle città, integrando gli aspetti di adattamento e mitigazione all'interno di scenari rigenerativi che costituiscano una concezione e una linea applicativa unitarie, ecologicamente ed eticamente fondate, per il governo del territorio alla scala locale.

Il presente report costituisce il deliverable associato al raggiungimento della seconda Milestone di progetto, ovvero una pubblicazione open access che, dopo un anno di attività, ne restituisce i risultati.

È articolato in tre parti.

La parte introduttiva definisce obiettivi, metodologia e impatti della ricerca, nonché l'ambito problematico al quale si riferisce sia sul piano scientifico che applicativo: città rigenerative e contrasto dei cambiamenti climatici. Il primo capitolo, "Verso la carbon e climate neutrality degli insediamenti urbani", indaga le prospettive attuative delle politiche Internazionali e Nazionali sul tema, traguardando gli scenari al 2030 e 2050 relativamente agli ambiti e ai relativi strumenti della mitigazione, dell'adattamento climatico e del design rigenerativo in contesti di transizione digitale, con focus sugli attuali gap e barriere che ne limitano una applicazione diffusa e consapevole.

Il secondo capitolo, "Sperimentazioni in contesti metropolitani", propone approcci metodologici e workflow operativi per la sperimentazione di casi applicativi in contesti locali in grado di valorizzare il rapporto virtuoso che, nell'ambito della ricerca, è stato attivato con le Pubbliche Amministrazioni coinvolte di Napoli, Palermo e Reggio Calabria, evidenziandone in conclusione le prospettive di trasferimento di conoscenza e di strumenti operativi.

L'obiettivo della ricerca REACT di supportare i processi rigenerativi e di transizione climatica delle aree metropolitane verso assetti climate resilient esprime la precisa volontà di definire una dimensione condivisa e allargata ai diversi attori della catena di valore, riferita ai processi di trasformazione antropica dell'ambiente costruito, ciò al fine di sviluppare strumenti operativi che contribuiscano al superamento dei gap e delle barriere riscontrate a livello locale nei processi di gestione e pianificazione in contrasto del cambiamento climatico. La ricerca intende altresì affermare visioni strategiche alle quali la Pubblica Amministrazione possa riferirsi senza per questo perdere di vista uno stretto contatto con

l'operatività di tipo processuale che ne caratterizza gli aspetti attuativi.

In questo senso il tema proposto e le sue connesse chiavi di lettura mirano a enfatizzare il contributo potenziale di tutti gli attori affinché concorrano, costituendo reti e sistemi, alle politiche di adattamento e mitigazione climatica con conseguente riduzione della vulnerabilità climatica dei contesti alla scala metropolitana, integrando una chiara e crescente urgenza di digitalizzazione dei processi decisionali, quale leva attuativa fondamentale per la loro governance.

In tale scenario, l'applicazione di approcci evidence-based, data-based e data driven all'analisi dei sistemi urbani complessi, quali sono appunto le aree metropolitane, fornisce una base-dati fondamentale a supporto di processi decisionali e di interventi a livello locale in linea con le policy di contrasto dei cambiamenti climatici.

2.3 Ricerca e pubbliche amministrazioni

Approcci metodologici e workflow operativi per la sperimentazione dei casi applicativi

La transizione delle aree metropolitane verso assetti climate resilient richiede lo sviluppo di strategie e azioni efficaci tali da consentire il raggiungimento dell'obiettivo di adattamento climatico smart, sistemico e fattibile posto dall'Unione Europea (European Commission, 2021). Contestualmente, l'applicazione delle misure di adattamento climatico previste dal PNACC 2023 (MASE, 2023) necessita, con sempre maggiore urgenza, di approcci e strumenti puntuali, di workflow metodologici e operativi opportunamente declinati alle diverse scale e rispetto ai contesti locali, capaci di garantire risultati tangibili, controllabili e, una volta testati, replicabili per aree con caratteri di omogeneità.

In tale scenario, l'applicazione di approcci evidence-based, data-based e data-driven per l'analisi dei sistemi urbani complessi, quali sono le aree metropolitane, fornisce, altresì, una base dati fondamentale a supporto di processi di decision making e interventi a livello locale in linea con le policy climatiche.

Sulla base di queste premesse, la ricerca REACT sviluppa tre sperimentazioni esemplificative delle criticità ambientali riferite al contesto del sud Italia, con l'obiettivo di definire un workflow metodologico e operativo, articolato e replicabile, di supporto alle PA nella definizione di strategie climate oriented e rigenerative alla scala locale.

Approcci metodologici di Ferdinando Di Martino

Gli approcci evidence-based e data-driven applicati all'analisi di processi di transizione climatica in contesti urbani si riferiscono a metodi e processi che fanno uso di misure osservabili e modelli sperimentali, al

fine di compiere stime della distribuzione spaziale e spazio-temporale di indicatori utili a guidare le decisioni e le politiche relative alla sostenibilità e alla resilienza climatica nelle città.

Questi approcci si differenziano principalmente per il tipo di dati utilizzati e per come vengono applicati nelle strategie di adattamento e mitigazione climatica. Essi fanno uso generalmente di grandi quantità di dati, che provengono da fonti diverse come sensori, satelliti, modelli climatici, social media, ecc., per monitorare e analizzare in tempo reale gli impatti del cambiamento climatico e ottimizzare le decisioni.

Tali approcci, applicati all'analisi dei processi di transizione climatica in contesti urbani utilizzano, ad esempio, misure provenienti da sensori climatologici per raccogliere i valori di temperatura e umidità relativa e prevedere le aree più vulnerabili durante ondate di calore, utilizzando questi stessi dati per adattare politiche urbane in tempo reale.

Uno strumento necessario per costruire e determinare la distribuzione spaziale di indicatori a supporto dei processi di transizione climatica in ambito urbano è costituito dai Sistemi Informativi Geografici (GIS). I GIS consentono di raccogliere, analizzare, visualizzare e interpretare dati spaziali, offrendo informazioni essenziali per il supporto alla decisione nelle politiche di sostenibilità e resilienza climatica. Permettono inoltre di mappare e analizzare i rischi legati ai cambiamenti climatici, come l'innalzamento del livello del mare, l'aumento delle temperature, il rischio di inondazioni, la desertificazione o la qualità dell'aria.

Gli indicatori spaziali che possono essere costruiti includono:

- Indicatori di vulnerabilità a fenomeni climatici estremi (es. inondazioni, ondate di calore, ecc.) che consentono di costruire mappe di vulnerabilità che evidenzino le aree urbane maggiormente vulnerabili;
- Indicatori di esposizione e sensibilità della popolazione (es. densità abitativa, infrastrutture critiche).
- Indicatori di accessibilità e resilienza utili a identificare le aree più critiche, bisognose di azioni e strategie adattive.
- Utilizzando sensori satellitari e dati provenienti da diverse fonti, i GIS consentono di monitorare in tempo reale variabili che influenzano la qualità della vita urbana, come la qualità dell'aria, la vegetazione, le temperature superficiali e la gestione delle risorse naturali e costruire indicatori spaziali necessari a rilevare le zone urbane maggiormente critiche (hot spots) o meno vulnerabili (cold spots).

Esempi di tali indicatori spaziali utili per lo studio della criticità di aree urbane durante ondate di calore sono:

- Indicatori di calore urbano determinati a partire da misure di temperature al suolo e dell'aria per rilevare isole di calore urbane (UHI);

- Indicatori di misura della superficie vegetata, utile per valutare la disponibilità di aree verdi e spazi di raffreddamento naturali.

I GIS sono inoltre strumenti di estrema utilità a supporto dell'analisi della resilienza delle infrastrutture urbane in relazione ai cambiamenti climatici, aiutando il decision maker nelle azioni di pianificazione del territorio e di riduzione dei rischi, promuovendo un uso più efficiente e sostenibile del suolo.

Gli indicatori spaziali utili sono:

- Indici di uso del suolo sostenibile, per promuovere la densificazione intelligente, la protezione delle aree verdi e l'incremento delle zone permeabili;
- Analisi delle aree per l'adozione di soluzioni basate sulla natura (NbS), come le aree di infiltrazione per la gestione delle acque piovane o la piantumazione di alberi per l'ombreggiamento.

I GIS sono anche utili per monitorare l'efficacia delle politiche di adattamento climatico e di riduzione delle emissioni, contribuendo alla costruzione di indicatori di performance che possano essere aggiornati nel tempo e comparati per valutare l'efficacia delle azioni intraprese. L'uso dei GIS per la costruzione di indicatori climatici in ambito urbano consente di raccogliere e analizzare dati spaziali cruciali, fornendo un supporto decisionale basato su evidenze concrete per affrontare la transizione climatica e favorire politiche pubbliche mirate e condivise, un'azione coordinata tra Amministrazioni locali, cittadini e attori privati per città più resilienti e sostenibili.

Uno degli aspetti cui porre maggiore attenzione nell'implementazione in ambienti GIS-based dei modelli e degli approcci evidence-based e data-driven a supporto dei processi di transizione climatica in contesti urbani fa riferimento alla loro portabilità, ovvero alla facilità di esecuzione per l'analisi di differenti contesti urbani e in differenti situazioni, con poca o nessuna modifica.

Le caratteristiche principali di un modello portabile che implementa processi di transizione climatica in contesti urbani sono:

- Adattabilità, ovvero possibilità di essere utilizzati in contesti urbani diversi, mantenendo la stessa metodologia e gli stessi processi operativi;
- Semplicità di implementazione, in quanto i metodi portabili sono generalmente facili da comprendere e utilizzare in diverse situazioni;
- Generalizzazione, poiché i modelli portabili devono essere abbastanza generali da poter essere applicati a vari scenari senza modifiche sostanziali;

- Flessibilità, ovvero possibilità di personalizzare e modificare alcune variabili senza compromettere la validità del modello;
- Ripetibilità, infatti i processi portabili possono essere ripetuti in più luoghi o con altre variabili, e in periodi diversi, mantenendo la loro efficacia;
- Scalabilità, ovvero possibilità di estendere o ridurre l'applicazione del modello a differenti scale, a seconda delle necessità.

Esempi di modelli e approcci portabili sono metodi di valutazione della vulnerabilità di sistemi urbani ai cambiamenti climatici, che possono essere utilizzati in città sia costiere che in zone interne o montuose, adattando solo alcuni parametri specifici o modelli di analisi del rischio di inondazioni che possono essere sviluppati sia per una zona urbana soggetta a piogge intense che per città site in regioni più secche, modificando solo alcuni parametri climatici o morfologici.

In generale metodi, modelli e processi portabili sono concetti che enfatizzano la flessibilità e la versatilità di strumenti o approcci che possono essere utilizzati in vari contesti, permettendo di risparmiare tempo e risorse e garantendo che le soluzioni adottate per affrontare le sfide della transizione climatica siano applicabili in diverse realtà, dalle piccole città a quelle metropolitane, o in differenti Paesi e regioni.

Un utile strumento che potrà permettere di raffinare le prestazioni e migliorare l'accuratezza di sistemi e modelli GIS-based è rappresentato dalle tecniche AI che utilizzano grandi quantità di dati per prevedere l'impatto di fenomeni climatici in contesti urbani e ottimizzare la gestione delle città in risposta al cambiamento climatico. Negli ultimi anni varie infrastrutture geospaziali sono state dotate di funzionalità di GEO-AI (Geospatial Artificial Intelligence), che integrano approcci di AI e di modellistica spaziale per analizzare e modellare dati geospaziali mediante l'uso di dati ottenuti da immagini satellitari e sensori ambientali per risolvere problemi complessi quali la previsione di rischi climatici in tessuti urbani e la previsione di misure di adattamento e mitigazione climatica.

L'uso di algoritmi di Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL) può apportare vantaggi significativi sia alla comprensione che alla previsione del cambiamento climatico in contesti urbani (Koc and Acar, 2021). La loro capacità di catturare comportamenti non lineari e di apprendere in maniera adattiva l'acquisizione di nuovi dati rendono questi algoritmi uno strumento utile per comprendere il clima e sviluppare la pianificazione urbana. Numerosi modelli che implementano algoritmi ML e DL sono stati proposti di recente anche per valutare l'efficacia di misure / azioni di mitigazione e adattamento climatico in contesti urbani (Ladi, Jabalameli and Sharifi, 2021). Modelli che fanno uso di questi approcci

possono essere sviluppati e sperimentati sia per prevedere andamenti di fenomeni climatici che per valutare rischi climatici in tessuti urbani.

Sistemi di attrezzature urbane e assetti climate resilient alla scala distrettuale a Napoli: sperimentazione e workflow operativo

di Federica Dell'Acqua

Il caso applicativo di Napoli, per le sue caratteristiche insediative, tipomorfologiche, ambientali e geologiche, è esemplificativo delle criticità del contesto climatico euro-mediterraneo che concorrono a determinare specifiche condizioni di vulnerabilità climatica del costruito e della popolazione, nonché di un assetto del territorio peculiare per la compresenza di fenomeni di rischio ambientale.

Tra gli ambiti specifici di intervento, rispetto ai quali la PA ha rivolto tale approccio, emerge quello del sistema degli spazi pubblici e delle attrezzature di quartiere, attualmente oggetto di un ripensamento che impone il ricorso a strumenti dedicati, non solo rispetto agli aspetti strategici, ma anche all'operatività degli interventi.

È nell'ambito delle nuove visioni strategiche che il Comune di Napoli rivolge l'attenzione a una riformulazione del sistema delle attrezzature di quartiere della città, nella prospettiva di aggiornare le aree ad esse destinate inserendo criteri ambientali che ne indirizzino le trasformazioni in chiave climate oriented.

Nell'ambito della ricerca REACT la sperimentazione condotta sul caso applicativo di Napoli Ovest, nel Quartiere Soccavo, ha l'obiettivo di sviluppare un workflow che supporti la Pubblica Amministrazione nella riformulazione del sistema delle attrezzature urbane, nonché nella definizione di alcune prestazioni ambientali che queste ultime sono potenzialmente in grado di erogare in ambito urbano.

Nell'ambito dello studio del quartiere di Soccavo condotto dall'Unità di Ricerca UniNA, il workflow previsto come esito di ricerca consiste in un metodo per la verifica e il controllo degli interventi di adattamento climatico ammissibili nelle aree delle attrezzature urbane [Figg. 2.9, 2.10], indirizzato a un'utenza specifica – tecnici della PA e progettisti – da applicare nello sviluppo di proposte di trasformazione delle aree e nella verifica delle stesse.

La metodologia sviluppata si avvale di approcci e strumenti, design-based e digitali, con particolare riferimento alla gestione di dati in ambiente GIS, per la conoscenza delle aree destinate alle attrezzature di quartiere di Soccavo negli aspetti funzionali-spaziali, tecnologici e ambientali, nell'individuazione delle criticità ambientali degli impatti dovuti a fenomeni di

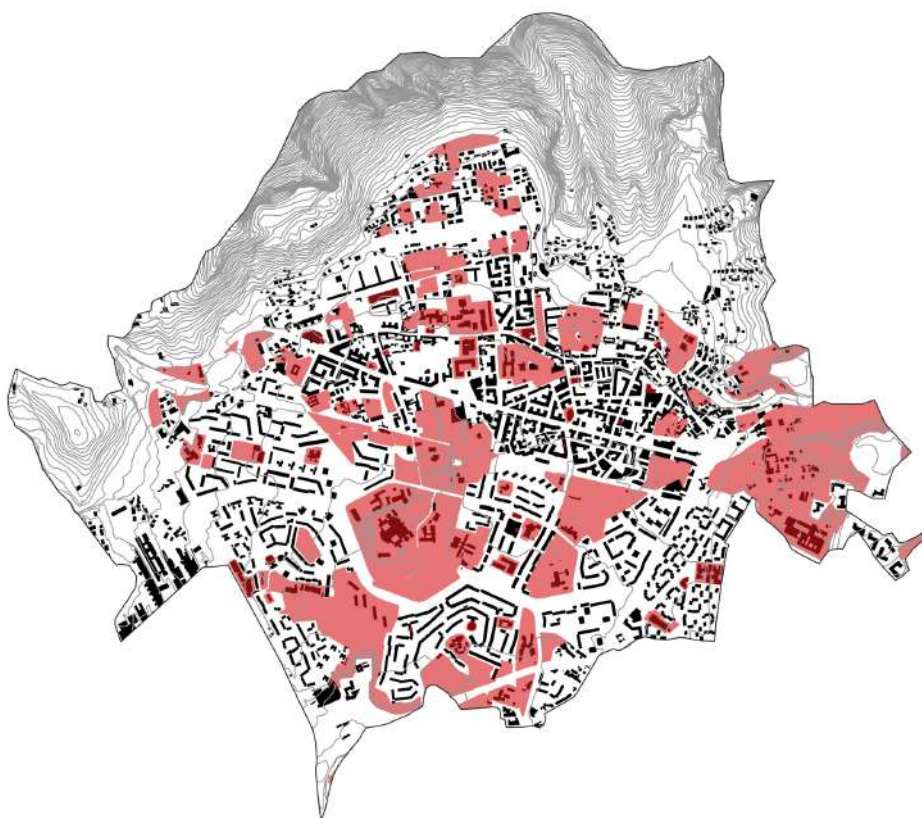


Fig. 2.9 Le attrezzature urbane di Soccavo, progettate con un approccio climate-oriented, configurano un sistema distribuito nel quartiere potenzialmente in grado di contribuire alla riduzione della vulnerabilità climatica (elaborazione di Vincenzo De Santis).

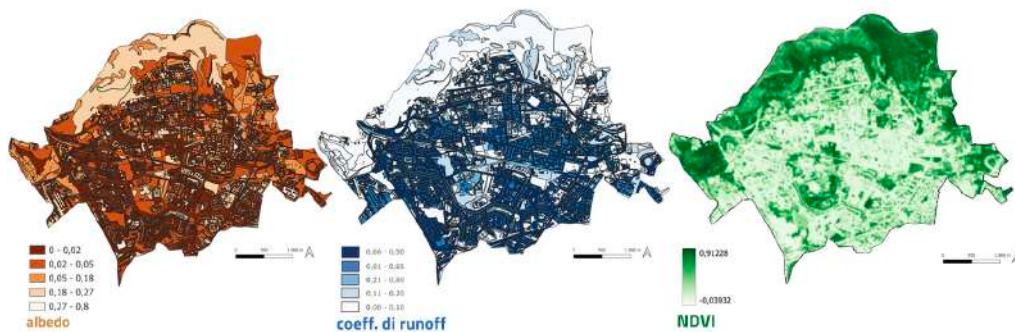
ondata di calore e di pluvial flooding, nonché alla verifica dell'efficacia di interventi progettuali di adattamento climatico. L'approccio metodologico è di tipo:

- analitico, nella fase di conoscenza degli aspetti ambientali, funzionali-spaziali e tecnologici delle aree destinate alle attrezzature di quartiere;
- data-based, nella fase di individuazione delle criticità ambientali che caratterizzano le aree;
- evidence-based, nella fase di valutazione dell'efficacia degli interventi progettuali;
- sperimentale, nel testing del protocollo semplificato sul caso applicativo.

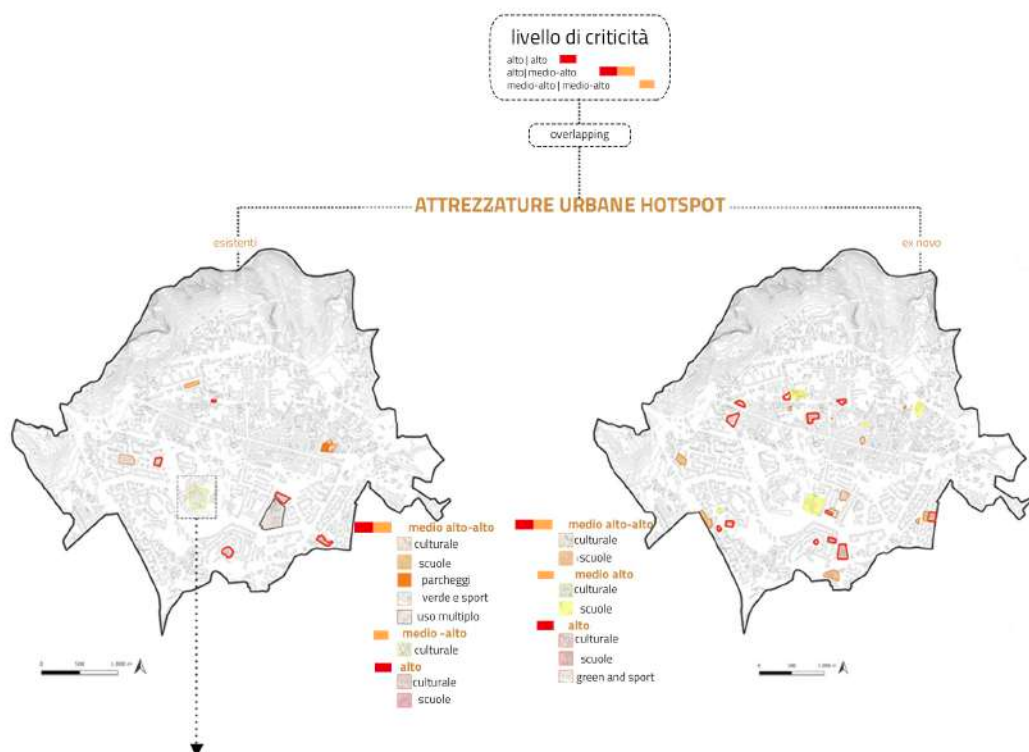
Il workflow operativo, sviluppato secondo fasi in parte sequenziali e in parte ricorsive [Fig. 2.11] e applicato al caso studio di Soccavo, prevede

[illegible]

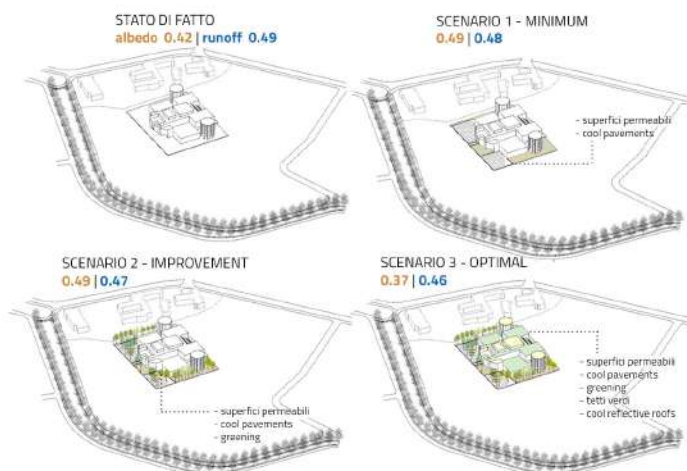
Mappatura delle criticità climatiche



Individuazione delle aree hotspot



Area test. Interventi di adattamento climatico



FASI PER LA VERIFICA DEGLI INTERVENTI DI ADATTAMENTO CLIMATICO DELLE ATTREZZATURE DI QUARTIERE

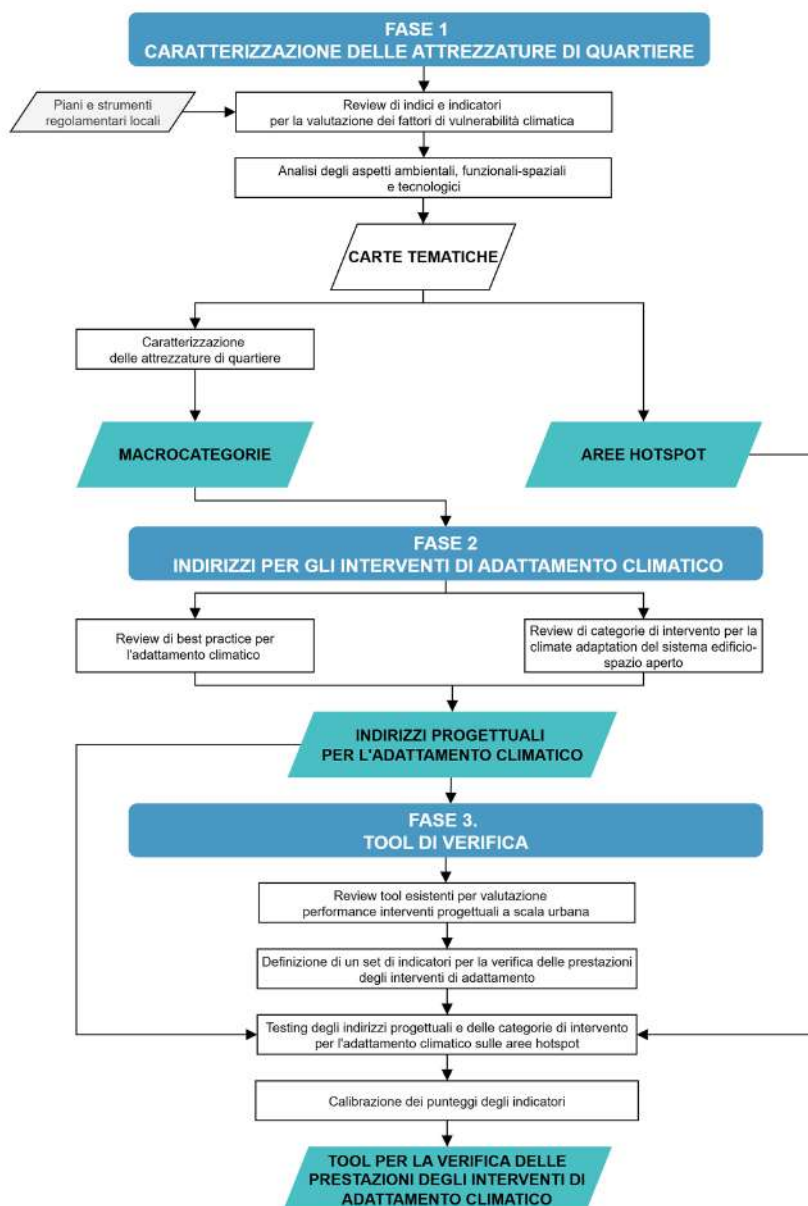


Fig. 2.10 Pagina precedente. Caso applicativo di Soccavo, Napoli. Analisi preliminare delle condizioni di vulnerabilità climatica rispetto agli impatti da flooding e heatwaves (elaborazione di Sara Verde, Federica Dell'Acqua, Vincenzo De Santis e Andrea Cannavacciuolo).

Fig. 2.11 Qui. Workflow operativo della U.R. UniNA di supporto alla Pubblica Amministrazione per la transizione verso assetti climate-resilient, finalizzato allo sviluppo dello strumento di verifica e il controllo degli interventi di adattamento climatico nelle aree delle attrezzature urbane (elaborazione di Sara Verde).

lo sviluppo del metodo a partire da una conoscenza delle aree destinate ad attrezzature supportata da dati finalizzati a definire un'istruttoria per il progetto environmental oriented.

Le fasi del workflow consistono in:

1. sviluppo di un metodo per l'analisi delle caratteristiche che incidono sulla vulnerabilità all'heatwave e al pluvial flooding del sistema edificio-spazio aperto nelle attrezzature di quartiere del Comune di Napoli (scolastiche, culturali, verde e parcheggi, secondo DM 1444/68). Tale fase consiste in una caratterizzazione delle aree oggetto di studio, rispetto agli aspetti funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali, quali ad esempio la percentuale di spazi aperti, la superficie destinata a verde, i valori di albedo, di deflusso e la percentuale di superficie permeabile. A valle di tale fase, sono individuate le aree maggiormente critiche (hotspot) e prioritarie per gli interventi, sulle quali elaborare i testing progettuali;
2. sulla base dei risultati della prima fase, definizione di indirizzi progettuali per attrezzature di quartiere climate-oriented;
3. sviluppo di un tool, concepito come uno strumento di calcolo semplificato, destinato ai progettisti e i tecnici della PA per la verifica della rispondenza degli interventi agli obiettivi di adattamento climatico, attraverso una verifica delle prestazioni tecnologiche e ambientali dell'intervento rispetto agli hazard considerati, in base alle scelte progettuali.

Tale metodo è testato e verificato sul caso studio del quartiere di Soccavo.

L'obiettivo della ricerca REACT di supportare i processi rigenerativi e di transizione climatica delle aree metropolitane verso assetti climate resilient richiede da un lato lo sviluppo di strumenti operativi che contribuiscano al superamento di gap e barriere riscontrate in tale ambito, dall'altro di visioni strategiche alle quali la Pubblica Amministrazione possa riferirsi. In questo, riveste un ruolo fondamentale la messa a sistema delle aree oggetto di indagine, affinché concorrano, come sistema di attrezzature per l'adattamento climatico, alla riduzione della vulnerabilità climatica del distretto.

Il caso applicativo del Quartiere Soccavo

di Paola Ascione

Delimitata a nord est dalle colline dei Camaldoli e del Vomero, a mezzogiorno da quella di Posillipo e della Canzanella, Soccavo occupa un'area di natura vulcanica [Fig. 2.12] (appartenente ai Campi Flegrei) e di originaria vocazione agricola configurandosi come una valle coincidente con il cratere di un antico vulcano, come si evince dalle colline circostanti e dalle caratteristiche litologiche dell'area, contraddistinta dalla presenza di da tufo giallo, piperno, lapillo e pozzolana (Scherillo, 1878).

Tale area accoglie oggi 47.823 abitanti¹ e un vasto patrimonio di edilizia residenziale pubblica, configurandosi così come un quartiere dal sistema ambientale complesso [Fig. 2.13], di non facile rilettura per il substrato di significazioni, per le potenziali risorse a fronte delle tante criticità comuni alle aree di espansione della città moderna densamente popolate. In tale contesto, ha un ruolo rilevante il Rione Traiano² (1957-72) sorto su progetto urbanistico di Marcello Canino e impostato sul modello di Vällingby a Stoccolma realizzato nel 1952, nucleo satellite "autosufficiente" all'avanguardia (Gasparrini, 2003). Ma il risultato non raggiunse gli obiettivi sperati, non tanto alla scala architettonica quanto a quella urbanistica penalizzata dalla «tardiva e ancora incompleta realizzazione delle attrezzature primarie e secondarie» (Stenti, 1993, p. 171), prima fra tutte la galleria che avrebbe dovuto collegare il rione direttamente con il centro della città. Il Traiano, destinato ai ceti meno abbienti, derivava dal programma CEP (Comitato Edilizia Popolare) finalizzato alla sperimentazione di quartieri satelliti nelle aree periferiche delle principali città italiane. Per le particolari caratteristiche urbane, per la dimensione e per la densità di abitanti, il rione CEP si distingue sia dal rione INA-Casa Soccavo-Canzanella³ (1957-1962), tra i più interessanti interventi napoletani del Piano Fanfani, sia dal più recente insediamento PSER (Programma Sperimentale di Edilizia Residenziale post sisma del 1980), collocato a monte della Circumflegrea e a valle della collina dei Camaldoli.

Rileggere un quartiere alla luce dei paradigmi contemporanei significa individuarne le criticità e allo stesso tempo disvelarne le risorse. Soccavo è in quest'ottica un quartiere di non facile lettura in quanto luogo ricco di contrasti, dove la presenza di ampi spazi all'aperto sembra disperdere e non "accogliere", dove le costruzioni destinate ad attrezzature e servizi sono dismesse, o quasi, e dove accanto ad aree degradate coesistono architetture autoriali di indubbio interesse⁴.

La conoscenza della storia e delle fasi di progetto del Traiano è stata di grande aiuto per lo studio del sistema ambientale inteso come relazioni natura/costruito. Nella prima stesura del 1957, la planimetria riporta

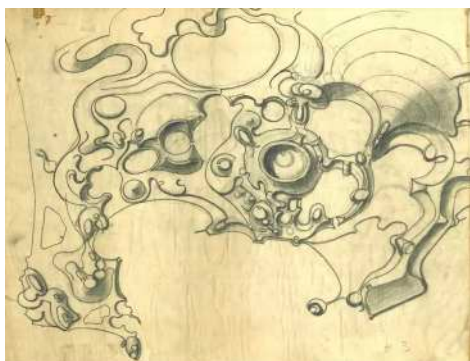


Fig. 2.12 A sinistra. Salvatore Bisogni, studio della orografia di Napoli, Tesi di Laurea, 1964. Marcello Canino, modello dell'orografia dell'area del Quartiere CEP.

Fig. 2.13 A destra. Marcello Canino, modello dell'assetto dei rioni residenziali e della rete infrastrutturale.

sette nuclei edilizi adagiati sull'articolata topografia pianeggiante segnata da gole localmente attraversate dalla grande strada di collegamento alberata (Viale Traiano) mediante ponti in calcestruzzo armato. Altri tratti interessanti presenti nel piano del 1957 (successivamente modificato da varianti) riguardano l'attenzione al verde (tra cui caratteristici boschi e vigneti) e il mantenimento del sistema idrografico superficiale caratterizzato da due valloni immersi in un vasto bosco di castagni (Gasparrini, 2003). Con il progetto del quartiere, Marcello Canino intendeva preservare le aree verdi presenti nella zona "innestandole nella composizione urbanistica", ovvero collocando nell'area centrale del rione un polmone naturale che avrebbe compensato l'elevata densità del costruito. Purtroppo, nonostante la contrarietà del progettista, in fase di cantiere i valloni furono usati come discarica, alterando irreversibilmente il sistema di regimentazione delle acque. Un precedente questo da tenere in conto nella valutazione del rischio, che trasformazioni inappropriate del territorio possono generare.

Il progetto definitivo, risalente al 1959, manterrà alcuni aspetti sostanziali dell'originaria idea di Canino, come l'ampio parco a verde (sebbene

non più coincidente con il paesaggio originario) e il grande viale Traiano, progettato su modello delle park-way americane (Pagano, 1994), particolare infrastruttura di collegamento tra i vari nuclei e il parco. Inoltre la dimensione geomorfologica del luogo conserva evidenti tracce nel sistema urbano sovrapposto al sistema naturale della conca-cratere. La particolare struttura orografica, assunta da Canino come layout dell'impianto urbano, emerge laddove l'andamento delle curve di livello ordina la disposizione delle architetture residenziali.

Tra le attrezzature, oltre al più recente e ampio Polifunzionale (sottoutilizzato), vi è la Scuola media progettata da Salvatore Bisogni e Anna Buonaiuto, architettura d'autore collocata in un contesto caratterizzato da diverse criticità ambientali e sociali (Frampton, 1990), oggi in parte dismessa, in parte dedicata ad altre attività.

Va ricordato che il Traiano, esito della prima sperimentazione di edilizia residenziale di grande dimensione nella periferia di Napoli, registrò sin dall'inizio problematiche di degrado, aggravate da una crescita demografica nel frattempo più che raddoppiata rispetto ai fabbisogni previsti (De Fusco, 1994). Nel 1972, con parte delle attrezzature ancora in cantiere, Riccardo Dalisi, docente della Facoltà di Architettura portò i suoi studenti al Traiano, avviando laboratori con i bambini del quartiere. Il rione tornò ad essere luogo di sperimentazione, dove allievi e "scugnizzi" coinvolti progettavano oggetti, strutture e manufatti con materiali poveri. Attraverso dunque un design "povero" e la partecipazione collettiva, Dalisi adotta la "pratica sociale" per arginare il fallimento di un modello di housing sociale che riteneva sbagliato. Si trattava di nuove modalità per fare e pensare all'architettura, che ancora oggi offrono spunti di lettura e di reinterpretazione del patrimonio esistente e degli attuali usi nati da sopravvenute domande.

La citata Scuola di Salvatore Bisogni, ad esempio, mantiene la propria originaria configurazione, ma in parte è abbandonata. La parte rimanente ha accolto funzioni varie, dal culto al teatro, dai laboratori di artigianato ad altre attività aggregative per i giovani del quartiere. Attraverso corpi di fabbrica aggregati con chiarezza razionale, l'ex edificio scolastico è inserito in un contesto articolato in relazione con gli spazi aperti originariamente destinati a parco giochi e ad attività sportive.

La presenza di risorse afferenti al patrimonio costruito (vuoti urbani e contenitori da rifunzionalizzare) e naturale (infrastrutture verdi, come il parco o la strada-parco) costituiscono potenzialità che sottendono il complesso sistema, urbano e ambientale, rendendo l'area di Soccavo un caso di estremo interesse per la fase sperimentale della ricerca REACT. Si tratta ora di ripartire dagli elementi cardine che vanno reinterpretati per innescare processi rigenerativi di più ampio respiro.

Azioni di mitigazione climatica in ambito urbano a Palermo: sperimentazione e workflow operativo

di Francesca Scalisi, Cesare Sposito, Francesco Renda

La sperimentazione condotta sul Comune di Palermo dall'Unità di Ricerca UniPA è finalizzata a strutturare un protocollo operativo di una metodologia progettuale per accompagnare i tecnici della PA e i progettisti nel definire visioni strategiche, valutare scenari alternativi per la Mitigazione delle emissioni di gas climalteranti e per l'uso efficiente delle risorse naturali in ambito urbano e, infine, individuare azioni controllabili, efficaci, scalabili e replicabili in contesti simili che hanno il carattere di omogeneità. Nello specifico l'obiettivo è da un lato contrastare il fenomeno delle isole di calore e immagazzinare CO₂, realizzare corridoi verdi che mettano a sistema le aree a verde valorizzandole in termini di fruibilità, servizi ecosistemici e biodiversità, potenziare la mobilità dolce, valorizzare il trasporto pubblico e condiviso, prevedere isole ecologiche e l'uso delle FER in ambito urbano, dall'altro creare una narrazione diffusa delle azioni che la PA ha messo in campo e comunicarle ai cittadini costantemente attraverso touchpoint informativi e ludico-didattici al fine di alfabetizzarli, sensibilizzarli e coinvolgerli ad agire in prima persona rispetto ai temi della Mitigazione.

Per il suddetto fine si intende valutare il potenziale sinergico di tre importanti driver della transizione ecologica ed energetica:

1. le Infrastrutture Verdi, come attuatori di strategie resilienti volte a contrastare cambiamenti climatici, isole di calore e stoccare CO₂ presente in atmosfera;
2. le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) per ridurre significativamente le emissioni di CO₂;
3. i Cittadini, poiché come rilevato dall'IPCC (2022) e come riportato dal PAESC locale «[...] senza il supporto degli abitanti e di chi quotidianamente lavora e si reca nel territorio comunale risulta impossibile raggiungere gli obiettivi del Patto» (Comune di Palermo, 2025, p. 290).

In particolare le “Infrastrutture Verdi” possono produrre numerosi effetti positivi a diverse scale dell'ambiente costruito essendo «[...] a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services» (European Commission, 2013, p. 3): alla microscala con misure di gestione multifunzionali e sostenibili per aumentare le superfici permeabili, i tetti verdi, gli orti urbani, i giardini pluviali, le zone umide, ecc. (Zhang and Chui, 2019); alla mesoscala dei quartieri e degli spazi pubblici con servizi ecosistemici che producano benefici in termini di salute

umana e ambiente, contrastando l'effetto isola di calore e l'inquinamento atmosferico e migliorando la biodiversità (Ying et alii, 2021); alla macro-scala contribuendo a una "rete ecosistemica" diffusa (Shen et alii, 2019).

Le FER, integrate nell'ambiente costruito, possono ridurre significativamente le emissioni di CO₂ fino a rendere autosufficiente il singolo fabbricato su cui sono installate, ma possono anche, coinvolgendo un'utenza più ampia con cui condividere la produzione di energia, generare un maggiore contenimento delle emissioni laddove siano parte di una rete e di una comunità energetica (Guallart, 2014). Altro potenziale delle FER è legato ai trasporti e all'illuminazione stradale pubblica, potendo alimentare le stazioni di ricarica per la mobilità elettrica e i lampioni.

Infine i Cittadini svolgono un ruolo strategico per il raggiungimento degli obiettivi di carbon e climate neutrality poiché le emissioni di CO₂ del settore pubblico sono poco rilevanti rispetto a quelle del settore privato⁵. L'alfabetizzazione e la sensibilizzazione dei cittadini sui temi del cambiamento climatico, e in particolare della Mitigazione, risulta quindi determinante potendo agire su aspetti comportamentali e di stile di vita (dall'alimentazione alla mobilità), su un vasto patrimonio immobiliare (ad esempio attraverso impiego di strategie passive per il contenimento dei consumi energetici, monitoraggio dei consumi energetici, FER integrate, apparecchiature e impianti a basso consumo, acquisto di materiali ecosostenibili, ecc.), su una raccolta differenziata più "responsabile e consapevole", ma anche su riuso, riciclo e up-cycling di oggetti d'uso quotidiano.

In tale ottica il workflow operativo [Fig. 2.14], articolato in quattro fasi sequenziali e iterative e supportato da un approccio analitico, data-driven, evidence-based e sperimentale, consente di individuare soluzioni e azioni-tipo controllabili, adattabili, scalabili e replicabili per affrontare in modo olistico la sfida della Mitigazione in ambito urbano tenendo conto:

- a. della necessità di mettere a sistema i numerosi interventi programmati, realizzati o in corso di realizzazione da parte della PA di Palermo sia sul territorio comunale, sia nell'ambito di intervento scelto per la sperimentazione;
- b. delle specificità del contesto urbano e delle relative dinamiche climatiche da affrontare;
- c. delle possibili modalità di coinvolgimento dei Cittadini.

La prima fase è quella conoscitiva dell'ambito urbano su cui intervenire e richiede la restituzione cartografica di informazioni quali-quantitative su tre tavole tematiche sovrapponibili:

1. "Aree" – verde urbano, attrezzature ludico-sportive, spazi urbani residuali, slarghi, piazze, parcheggi, corti e cortili pubblici e privati (non recintati e di grande dimensione);

WORKFLOW DEL PROTOCOLLO OPERATIVO

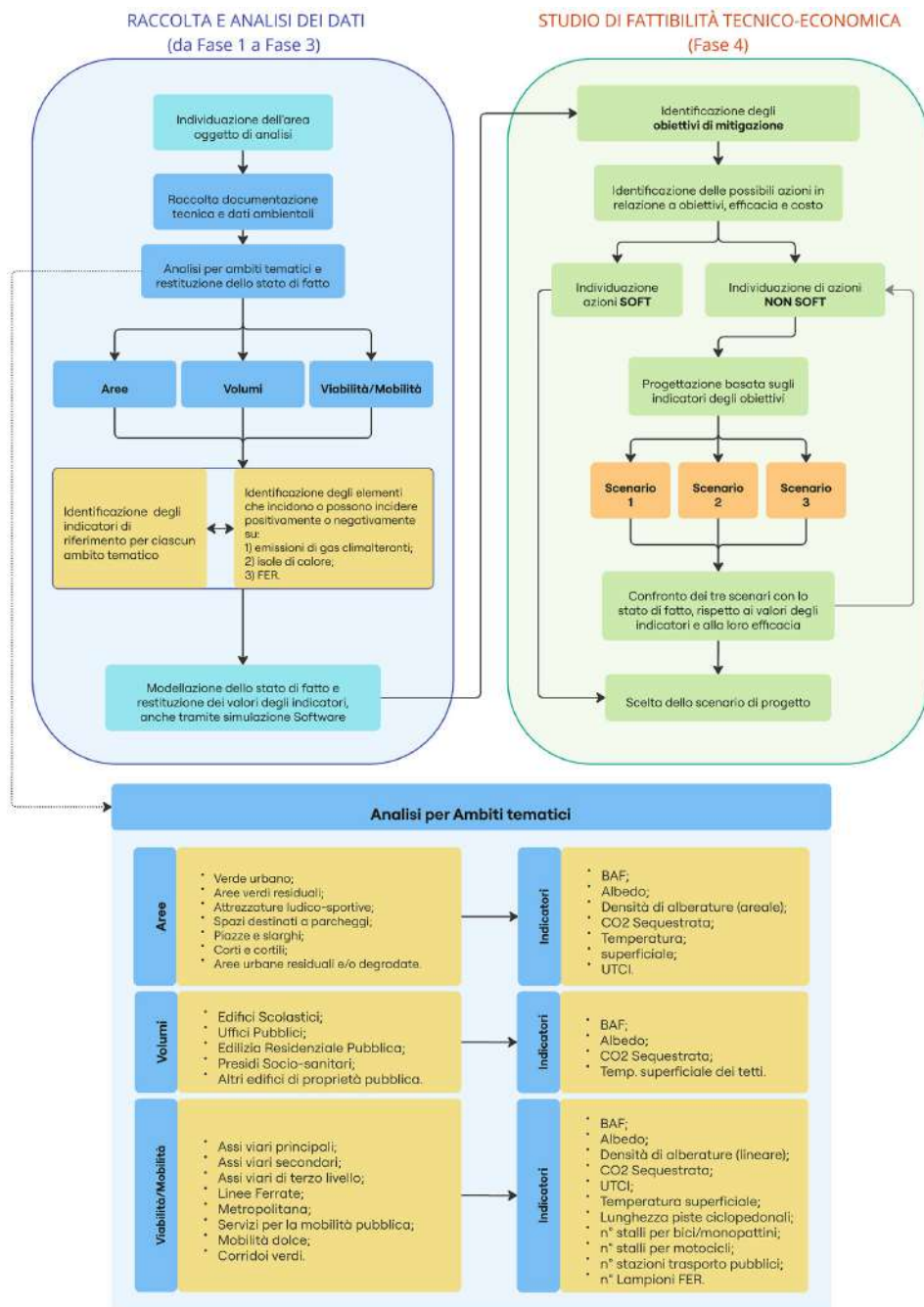


Fig. 2.14 Workflow operativo della U.R. UniPaper per l'individuazione di strategie, misure e azioni finalizzate alla Mitigazione dei cambiamenti climatici in ambito urbano (elaborazione grafica: Edoardo Cicala, Antonino La Spada e Francesco Renda, 2025).

2. “Volumi” – edifici pubblici (scuole, uffici, edilizia residenziale pubblica, presidi socio-sanitari, ecc.) e luoghi di culto;
3. “Viabilità e Mobilità” – viabilità principale, secondaria e di terzo livello, trasporto pubblico ed eventuale mobilità dolce (percorsi pedonali e piste ciclabili) e condivisa.

La base cartografica dell'ambito urbano riporta sempre il regime vincolistico e gli interventi che la PA ha in corso di realizzazione e in programmazione, evidenziando quelli previsti nel Piano Strategico. A supporto della fase conoscitiva vengono acquisiti i dati ambientali disponibili (temperature, qualità dell'aria, precipitazioni, intensità e direzione dei venti).

La seconda fase riguarda l'identificazione delle criticità ambientali e delle opportunità. Attraverso la lettura e l'analisi dei dati quali-quantitativi raccolti nelle tavole tematiche e nella tavola sinottica è possibile individuare gli “elementi” urbani che influiscono negativamente sulle emissioni di gas climalteranti e quelli che presentano potenzialità inesprese in termini di Mitigazione, stoccaggio della CO₂, aumento della biodiversità e coinvolgimento dei cittadini.

Con la stessa impostazione metodologica della prima fase, l'identificazione di criticità e opportunità si articola per “Aree”, “Volumi” e “Viabilità e Mobilità” e attraverso indicatori utili alla caratterizzazione degli elementi urbani [Tab. 2.1] e criteri per valutare successivamente il grado di efficacia delle misure proposte dalla sperimentazione.

L'analisi delle Aree si concentra su spazi aperti come il verde urbano, le attrezzature ludico-sportive, le piazze, i parcheggi, gli slarghi, le corti e i cortili di media e grande dimensione. L'obiettivo è valutare il loro potenziale in termini di aumento di superficie di suolo drenante, di ottimizzazione dell'indice di albedo solare, di stoccaggio di CO₂ tramite vegetazione, di aumento della fruibilità degli spazi a verde e delle condizioni ambientali favorevoli alla biodiversità, di attrezzabilità con impianti FER, stazioni di ricarica per i veicoli elettrici e touchpoint informativi e ludico-didattici per l'alfabetizzazione e la sensibilizzazione dei cittadini sui temi della Mitigazione.

L'analisi dei Volumi si concentra su fabbricati pubblici come scuole, uffici, edilizia socio-sanitaria e residenziale pubblica e luoghi di culto e, in particolare, sulle loro coperture piane, in relazione alla potenziale attrezzabilità con impianti FER o con sistemi prefabbricati e modulari per tetti verdi estensivi a bassa manutenzione, nonché sui flussi di utenti al fine di valutare l'installazione di touchpoint per l'alfabetizzazione e la sensibilizzazione dei cittadini sui temi della Mitigazione.

L'analisi della Viabilità e Mobilità interessa la rete stradale, le infrastrutture di trasporto pubblico e la mobilità dolce (percorsi pedonali e piste ciclabili) con l'obiettivo di individuare possibili corridoi verdi che

connettano le aree a verde, di ottimizzare l'albedo solare delle superfici non permeabili, di incrementare la superficie permeabile dei marciapiedi e delle rotonde stradali, di ridurre il traffico veicolare privato e il relativo inquinamento atmosferico e acustico implementando la mobilità dolce, il trasporto pubblico e quello condiviso. A tale fine le strade vengono classificate in base alla sezione (marciapiedi compresi), ai flussi veicolari e alla rete di trasporto pubblico in:

1. strade principali;
2. strade secondarie;
3. strade di terzo livello.

La terza fase prevede la quantificazione degli indicatori dello stato di fatto di una porzione dell'ambito urbano d'intervento – individuata come emblematica per tipi e tipologie di “Aree”, “Volumi” e “Viabilità e Mobilità” e per le caratteristiche morfologico-spaziali del contesto – anche con l'ausilio di software di modellazione tipo ENVI-met e Grasshopper. I valori degli indicatori desunti nella presente fase vengono assunti come riferimento per la valutazione delle azioni e degli scenari progettuali che si elaborano nella fase successiva.

La quarta fase prevede la scelta delle potenziali azioni di mitigazione implementabili di tipo “soft”, “green” e “gray”, in funzione degli obiettivi che si vogliono conseguire, e la modellazione di tre scenari progettuali che coincidono con i tre ambiti tematici. Per ciascun scenario verranno restituiti gli indicatori da mettere a confronto anche con lo stato di fatto. Le azioni di mitigazione sono valutabili sulla base di 5 criteri: Efficacia, Efficienza, Effetti di secondo ordine, Performance in presenza di incertezza, Considerazioni di implementazione politica. Rispetto a tali criteri ad ogni azione è attribuibile un giudizio di valore distinto in cinque classi (Alto, Medio-alto, Medio, Medio-basso, Basso).

La metodologia descritta definirà un protocollo operativo, corredato dalla schedatura di alcune soluzioni tipo, che sarà validato attraverso la sperimentazione su un ambito urbano nell'area sud-est di Palermo e, in particolare, sul quartiere Santa Rosalia-Montegrappa [Fig. 2.15], frutto dell'espansione urbana che a partire dagli anni Cinquanta del XX secolo si innesta sull'originaria borgata extra-moenia di via Brasa, nei pressi dell'Ospedale Civico e delle mura cinquecentesche. In un'area di poco più di cento ettari si rintracciano tessuti urbani diversi per densità, giacitura degli assi stradali, altezza degli edifici, relazioni tra spazio pubblico e privato, con l'esito spaziale – urbanistico ed edilizio – di un quartiere con ampie potenzialità per testare differenti strategie, misure e azioni che in sinergia possono agire per mitigare le emissioni di gas climalteranti e migliorare complessivamente la qualità della vita degli abitanti.

LEGENDA

- Area oggetto di studio
- Area di intervento designata

Aree Permeabili (Aree Verdi)

- Sistema aree agricole su corsi d'acqua
- Aree agricole residuali
- Aree verdi private
- Parchi pubblici e verde attrezzato
- Impianti e attrezzature sportive

Aree Impermeabili (Sistema Urbano)

- Grandi servizi
- Ingressi grandi servizi
- Quartieri E.R.P.
- Scuole di Proprietà Comunale
- Impianti sportivi Comunali
- Uffici Comunali
- Altri immobili Comunali
- Luoghi di culto
- Aree a parcheggio di proprietà comunale
- Edifici dismessi o in dismissione
- Edifici dismessi o in dismissione

Infrastrutture

- Asse di penetrazione di Rilevanza Urbana
- Dorsale del sistema urbano S. Rosalia-Montegrappa
- Connessioni trasversali dirette del sistema urbano
- Infrastrutture blu (Impiuviti, torrenti e linee d'acqua)

Nodi e reti di mobilità sostenibile (dal Piano Strategico)

- Hub di Interscambio (Parcheggio)
- Linea del tram
- Fermate del tram
- Linea della Metro
- Fermate della Metro
- Linea degli Autobus
- Fermate degli Autobus
- Ciclovia attrezzata Poli
- Universitari/Stazione centrale
- Percorso ciclabile

Opere pubbliche previste dal Programma Triennale 2024/26

- 02-10_014 Centri comunali di raccolta e Sistema intelligente RD
- 01-01_226 Nuove linee tramviarie
- 01-05_001 PNRR-Percorso ciclabile
- 01-01_225 Nuove linee tramviarie
- 01-01_106 Eliminazione tappo stradale
- 05-08_312 Riqualificazione funzionale e messa a sicurezza asilo
- 01-01_011 Completamento Via
- 02-11_168 Interventi riqualificazione urbana
- 01-01_093 Prolungamento stradale
- 01-01_189 Viadotto sull'Orto
- 06-90_008 Realizzazione nuovo parcheggio
- 06-90_048 Realizzazione nuovo parcheggio
- 01-01_071 Lavori di sistemazione piazza
- 05-35_045 Lavori rete fognaria



Quartiere S. Rosalia - Montegrappa



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
Sviluppo Economico





PRIN PNRR
"REACT"

TAV 01

**Elementi urbani per la mitigazione delle
emissioni di gas climalteranti**

Aree		
Indicatore	Unità di misura	Descrizione
BAF (Biotope Area Factor)	0 - 1	Il Biotope Area Factor (BAF) è un indice ecologico che misura il rapporto tra la superficie ecologicamente efficace e l'area totale di un lotto urbano. Nato come standard per migliorare la qualità ambientale nelle città densamente edificate, include non solo aree verdi naturali, ma anche superfici pavimentate, tetti e pareti con elementi vegetali.
Albedo	0 - 1	Espresso come valore compreso tra 0 e 1, l'indice di albedo indica la frazione di energia solare riflessa rispetto a quella totale ricevuta: un valore di 0 corrisponde a un corpo nero che assorbe l'intera radiazione, mentre un valore di 1 indica una superficie completamente riflettente. L'albedo varia a seconda del materiale e del colore della superficie, influenzando il bilancio termico terrestre e il microclima urbano.
Ore di soleggiamento diretto	h/24h	Questo indicatore misura il numero massimo di ore di irraggiamento solare diretto in 24 h sull'area, calcolato tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano per le due condizioni di soleggiamento estreme (solstizio invernale ed estivo). Il suo valore contribuisce a stimare la temperatura urbana e valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali per la diminuzione le temperature urbane che consentono di mitigare le emissioni di CO ₂ attraverso la riduzione del fabbisogno energetico per il condizionamento
Radiazione solare incidente	kWh/m ²	Questo indicatore misura l'energia solare diretta incidente sull'area, in kWh/m ² , calcolata tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano, alle date dei due solstizi e del giorno mediamente più caldo. Il suo valore aiuta a quantificare l'irraggiamento termico ricevuto e a stimare l'aumento della temperatura superficiale, contribuendo a valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali nel ridurre il fabbisogno energetico per il condizionamento e le relative emissioni di CO ₂ .
Temperature superficiali estive massime	°C	Stima della temperatura media (espressa in gradi Celsius) raggiunta, nel periodo estivo, dalle superfici urbane (strade carrabili, piste ciclabili, parcheggi, coperture degli edifici) direttamente irraggiate dal sole.
UTCI (Universal Thermal Climate Index)	°C	Indice espresso in gradi Celsius che mette in relazione temperatura dell'aria, l'umidità relativa, la velocità del vento e la temperatura radiante per restituire la temperatura percepita che indica il livello di stress termico.
Presenza di Alberi	n. alberi / 25 m ²	Indice sintetico che indica il numero di alberi presenti (o di progetto) in un'area di 25 m ² . Contestualmente, l'identificazione delle essenze arboree consente di stimare la CO ₂ equivalente sequestrata dagli alberi presenti nell'area.
Superficie destinata a Fotovoltaico	m ²	Superficie netta di pannelli fotovoltaici installati, utile per la stima dell'energia elettrica prodotta e della CO ₂ conseguentemente non immessa in atmosfera.
Turbine di mini-eolico	n.	Numero totale di turbine di mini-eolico, ad asse verticale e potenza di nominale di 4kW, installate nelle aree urbane.
Illuminazione pubblica (corpi illuminanti)	n.	Numero totale di corpi illuminanti dell'illuminazione pubblica, da mettere in relazione alla tipologia di lampada e di approvvigionamento energetico per la stima della CO ₂ emessa o mitigata.

Fig. 2.15 Pagine precedenti. Tavola sinottica dello stato di fatto del Quartiere Santa Rosalia-Montegrappa (Comune di Palermo), oggetto della sperimentazione sulla Mitigazione dei cambiamenti climatici in ambito urbano (elaborazione grafica: Cicala E., La Spada A. e Renda F., 2025).

Tab. 2.1 Qui e pagine successive. Indicatori utili alla caratterizzazione degli elementi urbani ai fini della valutazione degli interventi di Mitigazione dei cambiamenti climatici in ambito urbano (crediti: Cesare Sposito e Francesca Scalisi, 2025).

Volumi

Indicatore	Unità di misura	Descrizione
BAF (Biotope Area Factor)	0 - 1	Il Biotope Area Factor (BAF) è un indice ecologico che misura il rapporto tra la superficie ecologicamente efficace e l'area totale di un lotto urbano. Nato come standard per migliorare la qualità ambientale nelle città densamente edificate, include non solo aree verdi naturali, ma anche superfici pavimentate, tetti e pareti con elementi vegetali.
Albedo	0 - 1	Espresso come valore compreso tra 0 e 1, l'indice di albedo indica la frazione di energia solare riflessa rispetto a quella totale ricevuta: un valore di 0 corrisponde a un corpo nero che assorbe l'intera radiazione, mentre un valore di 1 indica una superficie completamente riflettente. L'albedo varia a seconda del materiale e del colore della superficie, influenzando il bilancio termico terrestre e il microclima urbano.
Ore di soleggiamento diretto	h/24h	Questo indicatore misura il numero massimo di ore di irraggiamento solare diretto in 24 h sulla copertura dell'edificio, calcolato tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano per le due condizioni di soleggiamento estreme (solstizio invernale ed estivo). Il suo valore contribuisce a stimare la temperature urbane e valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali per la diminuzione le temperature urbane che consentono di mitigare le emissioni di CO ₂ attraverso la riduzione del fabbisogno energetico per il condizionamento
Radiazione solare incidente	kWh/m ²	Questo indicatore misura l'energia solare diretta incidente sulla copertura dell'edificio, in kWh/m ² , calcolata tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano, alle date dei due solstizi e del giorno mediamente più caldo. Il suo valore aiuta a quantificare l'irraggiamento termico ricevuto e a stimare l'aumento della temperatura superficiale, contribuendo a valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali nel ridurre il fabbisogno energetico per il condizionamento e le relative emissioni di CO ₂ .
Temperature superficiali estive massime	°C	Stima della temperatura media (espressa in gradi Celsius) raggiunta, nel periodo estivo, dalle superfici urbane (strade carrabili, piste ciclabili, parcheggi, coperture degli edifici) direttamente irraggiate dal sole.
UTCI (Universal Thermal Climate Index)	°C	Indice espresso in gradi Celsius che mette in relazione temperatura dell'aria, l'umidità relativa, la velocità del vento e la temperatura radiante per restituire la temperatura percepita che indica il livello di stress termico.
Presenza di Alberi	n. alberi / 25 m ²	Indice sintetico che restituisce, nel caso di tetti verdi intensivi o soluzioni architettoniche con verde pensile, il numero di alberi presenti (o di progetto) in un'area di 25 m ² . Contestualmente, l'identificazione delle essenze arboree consente di stimare la CO ₂ equivalente sequestrata dagli alberi presenti nell'area.
Superficie destinata a Fotovoltaico	m ²	Superficie netta di pannelli fotovoltaici installati, utile per la stima dell'energia elettrica prodotta e della CO ₂ conseguentemente non immessa in atmosfera.
Turbine di mini-eolico	n.	Numero totale di turbine di mini-eolico, ad asse verticale e potenza di nominale di 4kW, installate sulle coperture degli edifici.

Viabilità e Mobilità

Indicatore	Unità di misura	Descrizione
BAF (Biotope Area Factor)	0 - 1	Il Biotope Area Factor (BAF) è un indice ecologico che misura il rapporto tra la superficie ecologicamente efficace e l'area totale di un lotto urbano. Nato come standard per migliorare la qualità ambientale nelle città densamente edificate, include non solo aree verdi naturali, ma anche superfici pavimentate, tetti e pareti con elementi vegetali.
Albedo	0 - 1	Espresso come valore compreso tra 0 e 1, l'indice di albedo indica la frazione di energia solare riflessa rispetto a quella totale ricevuta: un valore di 0 corrisponde a un corpo nero che assorbe l'intera radiazione, mentre un valore di 1 indica una superficie completamente riflettente. L'albedo varia a seconda del materiale e del colore della superficie, influenzando il bilancio termico terrestre e il microclima urbano.
Ore di soleggiamento diretto	h/24h	Questo indicatore misura il numero massimo di ore di irraggiamento solare diretto in 24 h sulle superfici stradali, calcolato tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano per le due condizioni di soleggiamento estreme (solstizio invernale ed estivo). Il suo valore contribuisce a stimare la temperatura urbana e valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali per la diminuzione delle temperature urbane che consentono di mitigare le emissioni di CO ₂ attraverso la riduzione del fabbisogno energetico per il condizionamento.
Radiazione solare incidente	kWh/m ²	Questo indicatore misura l'energia solare diretta incidente sulle superfici stradali, in kWh/m ² , calcolata tramite simulazioni sul modello 3D del cluster urbano, alle date dei due solstizi e del giorno mediamente più caldo. Il suo valore aiuta a quantificare l'irraggiamento termico ricevuto e a stimare l'aumento della temperatura superficiale, contribuendo a valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali nel ridurre il fabbisogno energetico per il condizionamento e le relative emissioni di CO ₂ .
Temperature superficiali estive massime	°C	Stima della temperatura media (espressa in gradi Celsius) raggiunta, nel periodo estivo, dalle superfici urbane (strade carrabili, piste ciclabili, parcheggi, coperture degli edifici) direttamente irraggiate dal sole.
UTCI (Universal Thermal Climate Index)	°C	Indice espresso in gradi Celsius che mette in relazione temperatura dell'aria, l'umidità relativa, la velocità del vento e la temperatura radiante per restituire la temperatura percepita che indica il livello di stress termico.
Densità di alberature lungo un asse viario	n. alberi / 15 m	Indice sintetico che esprime il numero di alberi presenti ogni 15 metri di asse viario.
Superficie destinata a Fotovoltaico	m ²	Superficie netta di pannelli fotovoltaici installati, utile per la stima dell'energia elettrica prodotta e della CO ₂ conseguentemente non immessa in atmosfera.
Turbine di mini-eolico	n.	Numero totale di turbine di mini-eolico, ad asse verticale e potenza di nominale di 4kW, installate sulle coperture degli edifici.
Illuminazione pubblica (corpi illuminanti)	n.	Numero totale di corpi illuminanti dell'illuminazione pubblica, da mettere in relazione alla tipologia di lampada e di approvvigionamento energetico per la stima della CO ₂ emessa o mitigata.
Piste ciclabili	km	Indice sintetico che esprime la lunghezza delle piste ciclabili esistenti o da realizzare.
Stalli per biciclette	n	Indice sintetico che riassume il numero di stalli per biciclette esistenti o da realizzare.
Stalli per monopattino	n	Indice sintetico che riassume il numero di stalli per monopattini elettrici esistenti o da realizzare.
Stalli per motocicli	n	Indice sintetico che riassume il numero di stalli per motocicli esistenti o da realizzare.
Stalli per car sharing	n	Indice sintetico che riassume il numero di stalli per autovetture condivise esistenti o da realizzare.
Stazioni del trasporto pubblico	n	Indice sintetico che riassume il numero di stazioni del trasporto pubblico.

In conclusione, se la metodologia impiegata mira a superare barriere e limiti riscontrati durante le interlocuzioni con la PA del Comune di Palermo, il cui territorio è emblematico delle caratteristiche morfologiche e ambientali delle città del Mediterraneo, il protocollo operativo ha il carattere di trasferibilità ad altre Amministrazioni locali con criticità simili. Mettere a sistema gli interventi puntuali realizzati e programmati dalla PA sul territorio con “elementi urbani” dall’elevato potenziale mitigativo significa affrontare in chiave olistica la sfida della Mitigazione delle emissioni di gas climalteranti valorizzando gli importanti driver delle Infrastrutture Verdi, delle FER e dei Cittadini; ciò consente da un lato di rendere più efficaci le trasformazioni finalizzate alla carbon e climate neutrality, dall’altro di rendere esponenziali gli effetti di alfabetizzazione, sensibilizzazione e coinvolgimento continuo della popolazione locale.

Azioni di Regenerative Digital Design e approcci Digital Twins a Reggio Calabria: sperimentazione e workflow operativo

di Maria Azzalin, Massimo Lauria

La sperimentazione condotta dall’Unità di Ricerca di UniRC individua come focus specifico la definizione di processi rigenerativi in contesti di transizione digitale al fine di sviluppare strategie e modelli replicabili di resilienza climatica coerenti con le politiche e gli obiettivi strategici locali.

Due le questioni fondamentali poste alla base della sperimentazione: da un lato, supportare la PA locale nel superamento delle barriere e dei gap esistenti nella gestione della transizione climatica dell’area metropolitana di Reggio Calabria, evidenziati anche attraverso le interlocuzioni dirette avviate; dall’altro, definire soluzioni tecnologiche avanzate, contestualizzate e condivise che possano supportare la PA locale nell’attuazione di interventi scalabili, replicabili, in linea con gli obiettivi di transizione energetica, rigenerazione urbana e smart city già fissati nei documenti strategici locali e assunti come riferimento dalla sperimentazione. Tra questi, il Patto dei Sindaci (Comune di Reggio Calabria, 2024) e il Documento Strategico Preliminare del Masterplan Reggio Calabria (Città Metropolitana di Reggio Calabria, 2024), in cui confluiscono gli obiettivi sovrascalari del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC; MASE, 2023), del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR; Regione Calabria, 2009) e del Piano Regionale Integrato Energia e Clima (PRIEC; Regione Calabria, 2023).

Gli indirizzi assunti da detti documenti hanno alimentato la strutturazione del workflow operativo con riferimento alle questioni relative alla gestione delle risorse naturali, alla sostenibilità energetica, alle

infrastrutture verdi, alla mobilità intelligente, così come all'utilizzo del Digital Twin che, nella declinazione di Digital Twin della città policentrica, è assunto dal Masterplan quale strumento per la progettazione, gestione e monitoraggio dell'efficacia delle azioni strategiche previste e dei relativi impatti.

Il caso applicativo scelto per la sperimentazione è il Quartiere Modena di Reggio Calabria, individuato di concerto con la PA attraverso specifica convenzione [nota 2.4; Fig. 2.16]. Il quartiere, già oggetto di un intervento PINQuA⁶ (Progetto Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare), è un esempio significativo di un'area urbana meridionale vulnerabile

al cambiamento climatico e a fenomeni climatici estremi, condizioni alle quali si aggiungono le criticità generali legate a questioni sociali e di caratterizzazione tecnico-funzionale del patrimonio edilizio, degli spazi aperti e delle relative infrastrutture che connotano complessivamente il quartiere.

La sperimentazione applica un approccio metodologico-operativo di tipo iterativo e olistico, integrando le priorità strategiche locali e i relativi obiettivi attuativi, sopra richiamati, con le finalità della ricerca, combinando approcci data-based ed evidence-based con tecnologie digitali avanzate (Digital Twin, modelli BIM, modelli predittivi e simulazioni avanzate) e strategie rigenerative [Fig. 2.17].

Ne deriva la formalizzazione di uno specifico workflow che consente la costruzione di un "ecosistema di tecnologie e dati", strumentale al raggiungimento degli obiettivi fissati. Tale ecosistema definisce infatti un primo livello di Digital Twin urbano che, superando il semplice concetto di visualizzazione tridimensionale, integra l'analisi e l'identificazione delle criticità legate ai cambiamenti climatici con azioni di simulazione, verifica e ottimizzazione delle soluzioni progettuali rispetto a scenari possibili (2030-2050-2085), risultando scalabile e replicabile anche in altre aree urbane meridionali [Fig. 2.18].

Il workflow operativo si articola in 4 fasi principali, tra loro sequenziali e iterative [Fig. 2.19]. La raccolta dei dati disponibili (data base pubblici e open source) e dei feedback da casi studio e buone pratiche analoghe (Fase 1) è funzionale tanto alla selezione e successiva declinazione di indici e indicatori ambientali opportunamente declinati rispetto al contesto



Fig. 2.16 Il Quartiere Modena di Reggio Calabria, oggetto della sperimentazione.

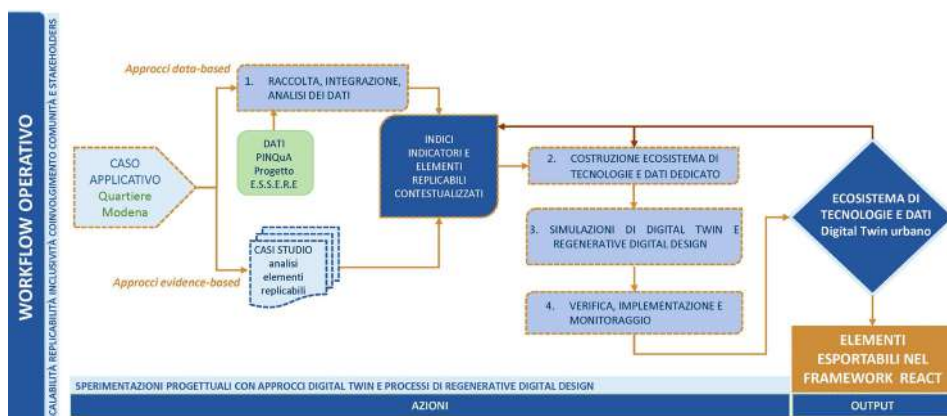
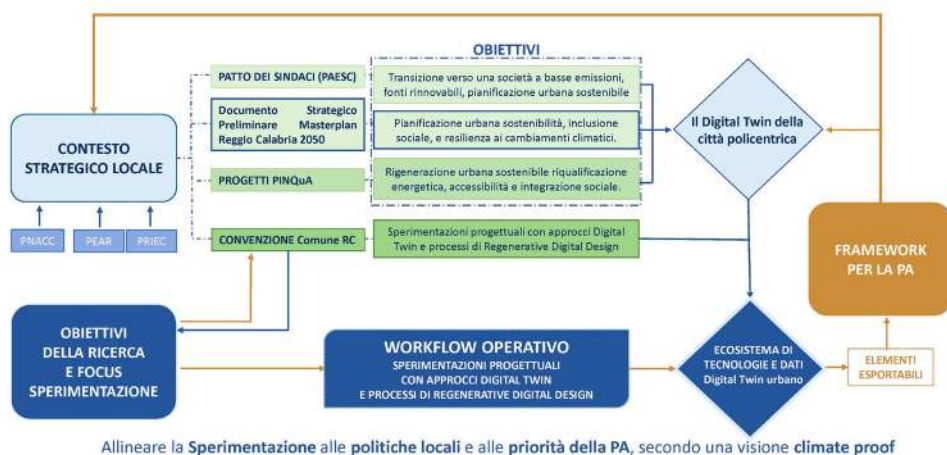


Fig. 2.17 In alto. Approccio metodologico-operativo: integrazione tra priorità strategiche, obiettivi attuativi locali e finalità ricerca PRIN-REACT.

Fig. 2.18 In basso. Workflow operativo. Sperimentazioni progettuali applicative alla scala urbana e di edificio con approcci Digital Twin e processi di Regenerative Digital Design.

indagato [Fig. 2.20], quanto alla costruzione dell’ecosistema di tecnologie e dati (Fase 2) a supporto delle azioni di simulazione e sperimentazione (Fase 3 e Fase 4) applicati al Quartiere Modena.

La prima fase di “Raccolta, integrazione e analisi dei dati” è funzionale alla costruzione dell’ecosistema di tecnologie e dati (Digital Twin). La fase è articolata in una fase preliminare che prevede la raccolta dei dati (geospaziali, fisici, ambientali, urbani, edilizi, sociali, climatici, ecc.), la loro acquisizione e/o integrazione anche con l’utilizzo di processi SCAN to BIM, ed è seguita da tre sottofasce che individuano altrettanti macro-obiettivi di analisi, ognuno dei quali fa riferimento a specifici indici

1. Raccolta, integrazione e analisi dati

Key Technologies & Tools

- **Data Analytics and AI**
Python, R, TensorFlow, Power BI
- **Digital Twin**
piattaforme Unity, Unreal Engine, Azure Digital Twins, Autodesk Tandem Software BIM Autodesk Revit, Rhino/Grasshopper

- Raccolta dati geospaziali, fisici, ambientali, urbani, edilizi, sociali, ecc
- Acquisizione/integrazione dati con SCAN to BIM
- Analisi dei dati climatici storici e delle proiezioni future
- Analisi della qualità dell'ambiente e dei rischi per la salute (stato attuale infrastruttura urbana; uso del suolo e gestione risorse naturali)
- Analisi della mobilità sostenibile e accessibilità agli spazi pubblici e ai servizi

Output

- Nuvola di punti funzionale alla costruzione del Modello 3D
- Mappatura aree di degradazione o rischio
- Mappatura infrastruttura urbana (edifici, viabilità, verde)

2. Costruzione ecosistema di tecnologie e dati dedicato

Key Technologies & Tools

- **Data Analytics and AI**
Python, R, TensorFlow, Power BI
- **Digital Twin**
piattaforme Unity, Unreal Engine, Azure Digital Twins, Autodesk Tandem Software BIM Autodesk Revit, Rhino/Grasshopper

- Implementazione del 3D virtual model-Digital Twin
- Popolamento dati
- Implementazione del modello con funzionalità per simulazione scenari climatici, ecc
- Abilitazione di funzionalità aggiuntive per IoT
- Utilizzo visualizzazioni interattive
- Coinvolgimento della comunità, locale e degli stakeholders
-

Inclusività, Coinvolgimento Comunità e Stakeholders

- **partecipazione**
Inclusività ed
educazione della
comunità

- promozione della comprensione e partecipazione pubblica attraverso dashboard
- Formazione, trasferimento sensibilizzazione sui temi della sperimentazione

3. Simulazioni di Digital Twin e Regenerative Digital Design

Key Technologies & Tools

- **Data Analytics and AI**
- **Digital Twin**
- **Regenerative Design Tools**
Rhino/Grasshopper (Ladybug Tools), Climate Studio, Tally for lifecycle analysis
- **Climate and Energy Modelling**
EnergyPlus, Envi-Met, UrbanFootprint

- Integrazione del BIM nella progettazione
- Applicazione di strategie energetiche e di riduzione del carbonio
- Integrazione di infrastrutture verdi (tetti verdi, marciapiedi permeabili, foreste urbane).
- Proposta di interventi NBS
- Adozione di pratiche di economia circolare
- Simulazioni
- Governance partecipata con esperienze immersive, navigazione virtuale del digital twin
-

4. Verifica, implementazione e monitoraggio

Key Technologies & Tools

- **Data Analytics and AI**
- **Digital Twin**
- **Regenerative Design Tools**
- **Climate and Energy Modelling**

- Test delle soluzioni di riqualificazione energetica e mobilità proposte
- Utilizzo dei feedback dalle simulazioni
- Prove di stress su scenari futuri simulati
- Simulazione applicazione fase programmazione/progettazione/gare
- Questionari digitali per monitorare impatti sociali in termini di consapevolezza e consenso
-

Scalabilità, Replicabilità

- **caratteri replicabili**

- promozione soluzioni, scalabili, replicabili e sostenibili di adattamento ai cambiamenti climatici, mitigazione e rigenerazione urbana

Fig. 2.19 Workflow operativo della U.R. UniRC: articolazione delle fasi.



Fig. 2.20 Indici e indicatori ambientali per processi di rigenerazione urbana: aggregazione critica e contestualizzata (crediti degli autori, 2025).

e indicatori ambientali caratterizzanti i processi di rigenerazione urbana. Tali indici saranno opportunamente aggregati e contestualizzati al fine di ottenere una visione complessiva dei fattori che influenzano la qualità della vita, l'ambiente e la sostenibilità nel contesto locale. Di questi, ai fini della sperimentazione, se ne valuterà una eventuale selezione e/o semplificazione, individuando quelli maggiormente coerenti con le simulazioni progettuali previste. Nello specifico:

- Analisi dei dati climatici storici e delle proiezioni future (temperature, precipitazioni, inondazioni, etc.) tiene conto degli Indici di sostenibilità ambientale ed Ecologica e di Resilienza e Adattamento ai Cambiamenti Climatici; attenzionando le zone ad alto rischio di degrado, di esposizione a fenomeni climatici estremi (ad esempio isole di calore) e ai sistemi di flooding; l'obiettivo è la mappatura delle aree vulnerabili;
- Analisi della qualità dell'ambiente e dei rischi per la salute; l'analisi, che comprende la "Analisi dello stato attuale dell'infrastruttura urbana" (edifici, viabilità, aree verdi) e la "Analisi dell'uso del suolo e della gestione delle risorse naturali", terrà conto degli Indici di sostenibilità ambientale ed Ecologica e degli Indici Qualità dell'ambiente e salute; l'obiettivo è la valutazione delle condizioni fisiche del contesto, della qualità dell'aria, ecc., che possono influenzare la salute e il benessere, nonché la gestione delle risorse (energetiche, suolo, ecc.).

- Analisi della mobilità sostenibile e accessibilità agli spazi pubblici e ai servizi che sarà opportunamente condotta utilizzando a riferimento gli Indici Accessibilità e mobilità sostenibile; l'obiettivo è la mappatura dello stato attuale dell'infrastruttura urbana (edifici, viabilità, aree verdi); gli output attesi sono la nuvola di punti, funzionale alla costruzione del Modello 3D, la mappatura delle aree di degradazione o rischio (ad esempio, zone con elevate emissioni, scarsa gestione delle acque piovane) e la mappatura dell'infrastruttura urbana (edifici, viabilità, aree verdi).

La seconda fase definisce le azioni per la “Costruzione dell’ecosistema di tecnologie e dati”: creazione di un modello virtuale 3D integrato con strumenti di simulazione climatica e ambientale e funzionale al successivo popolamento anche con dati da sistemi di sensori. Tale ecosistema permette la raccolta e l’analisi dei dati relativi ad aspetti ambientali, funzionali e tecnologici (isola di calore, impronta di carbonio, ecc) rendendo altresì possibile abilitare, successivamente, ulteriori funzionalità e attivare interfacce con sistemi IoT. In particolare, l’integrazione delle mappature costruite nella fase precedente, nel modello 3D del quartiere permette di individuare le aree con maggiori criticità rispetto ai cambiamenti climatici, orientando la definizione, nella successiva Fase 3) di soluzioni mirate relative a infrastrutture verdi, interventi di mobilità sostenibile, efficientamento energetico, ecc., visualizzandone dinamicamente gli impatti potenziali e dei benefici delle soluzioni proposte, in tempo reale.

Fondamentale in questa fase è il focus dedicato al confronto con le indicazioni del Masterplan riferite sia agli aspetti prioritari di mobilità sostenibile e infrastrutture verdi sia al miglioramento del coinvolgimento e della partecipazione della comunità locale e degli stakeholders tramite piattaforme open source per raccoglierne feedback e suggerimenti, migliorando progressivamente sia l’efficienza che la condivisione delle soluzioni innovative introdotte, aspetto quest’ultimo auspicato anche in sede europea (European Commission, 2021; IPPC, 2022; Deloitte, 2024). L’output della seconda fase è la costruzione del Modello digitale 3D del quartiere.

La terza fase, connessa alla simulazione di Digital Twin e Regenerative Digital Design, è orientata alla definizione delle strategie di intervento climate oriented e di rigenerazione urbana attraverso la progettazione di soluzioni contestualizzate. Le azioni sono supportate dalle potenzialità offerte dall’ecosistema di tecnologie e dati proposto che supporta e valuta la capacità della città di adattarsi ai cambiamenti climatici e alle catastrofi naturali. Le azioni sono valutate in coerenza con gli obiettivi previsti nei documenti strategici presi a riferimento (Masterplan e del Patto dei Sindaci) e prevedono complessivamente strategie di efficientamento

energetico, riduzione delle emissioni di carbonio e promozione della neutralità carbonica, l'integrazione di infrastrutture verdi (progettazione di tetti verdi, pavimentazioni permeabili, foreste urbane in grado di agire su isole di calore e stoccaggio di CO₂ in atmosfera), sistemi di energia rinnovabile (uso di Fonti Energetiche Rinnovabili, sia a livello di edificio che di mobilità e illuminazione pubblica) e criteri di economia circolare per l'ottimizzazione dell'uso dei materiali da costruzione valutandone l'impatto ambientale nel ciclo di vita.

Le singole azioni, che definiscono la fase di Pianificazione degli interventi per migliorare la resilienza urbana, tengono conto negli aspetti di valutazione degli esiti e degli impatti relativi a:

- Integrazione del BIM nella progettazione di edifici a basso consumo energetico e soluzioni per l'efficientamento energetico;
- Indici di Resilienza e Adattamento climatico.

Nello specifico:

- Applicazione di strategie energetiche e di riduzione del carbonio, tra cui ad esempio l'integrazione di sistemi di energia rinnovabile, progettazione passiva e/o economia circolare;
- Integrazione di infrastrutture verdi (come tetti verdi, pavimentazioni permeabili e foreste urbane) al fine di contrastare gli effetti delle isole di calore urbane, migliorando la qualità dell'aria e ottimizzando la gestione delle acque piovane;
- Proposta di interventi NbS (ad esempio tetti verdi, marciapiedi permeabili, foreste urbane);
- Adozione di pratiche di economia circolare, per il raggiungimento degli obiettivi di carbon neutrality e sostenibilità energetica;
- Simulazioni e verifiche;
- Governance partecipata attraverso le esperienze immersive e/o di navigazione virtuale del modello digitale.

Gli output attesi riguardano la sperimentazione dell'ecosistema di tecnologie e dati (Digital Twin).

Nella quarta fase di implementazione, monitoraggio e verifica le soluzioni proposte e le verifiche successive forniscono input per valutazioni ulteriori, anche attraverso il continuo coinvolgimento della comunità e i relativi feedback. Tra le azioni previste si segnalano:

- Test delle soluzioni di riqualificazione energetica degli edifici e mobilità elettrica proposte per il quartiere;
- Utilizzo dei feedback dalle simulazioni e/o dove possibile da IoT per perfezionare gli interventi (ad esempio regolazione della densità della copertura verde per un raffreddamento ottimale);

- Prove di stress su scenari climatici futuri;
- Simulazione applicazione fase programmazione / progettazione / gare;
- Questionari digitali per monitorare gli impatti sociali in termini di consapevolezza sui temi e consenso sulle soluzioni proposte.

In particolare, la valutazione e l'eventuale implementazione delle soluzioni proposte tiene conto contemporaneamente di più livelli di coerenza ed efficacia: da un lato rispetto agli obiettivi della sperimentazione e della Ricerca REACT e ai parametri definiti nel Patto dei Sindaci relativamente agli obiettivi di carbon neutrality e efficienza energetica, dall'altro relativamente all'analisi dell'impatto delle soluzioni degli obiettivi e delle linee guida stabilite nel Masterplan.

L'output finale atteso della sperimentazione, con riferimento ai diversi outputs specifici già declinati, individua tre diversi livelli di risultato:

- la Costruzione di un Ecosistema di Tecnologie e Dati (primo livello di Digital Twin urbano) che configura contemporaneamente una rappresentazione virtuale del quartiere e una piattaforma dinamica per la valutazione dell'efficacia delle soluzioni di intervento proposte, funzionale a una successiva integrazione con sistemi IoT per la gestione e il monitoraggio, nel tempo, delle risorse e/o dei parametri caratterizzanti il metabolismo urbano;
- la Sperimentazione di una Governance Partecipata e Inclusiva grazie al potenziale coinvolgimento della comunità, degli Amministratori pubblici, dei cittadini e dei tecnici attraverso esperienze immersive e/o di navigazione virtuale del modello digitale del quartiere;
- l'Analisi e la Verifica delle Soluzioni proposte attraverso indici e indicatori ambientali opportunamente aggregati e contestualizzati.

L'insieme dei risultati consentirà l'individuazione degli elementi esportabili che confluiranno insieme a quelli individuati dalle sperimentazioni condotte dalle altre sedi, nel Framework per la PA, uno degli output finali della ricerca REACT.

Note

1. Per approfondimenti consultare la pagina web: comune.napoli.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/50dal [Accessed 12 February 2025].
2. Il ritrovamento di resti archeologici durante i primi scavi di cantiere motivò la denominazione del rione, che nei i primi progetti viene definito "Cintia", come l'antica masseria che ha dato il nome anche alla strada di collegamento al limitrofo Quartiere di Fuorigrotta.
3. Il Progetto urbanistico fu coordinato da G. de Luca e vide partecipare come capigruppo lo stesso de Luca, M. Fiorentino e G. Sterbini, Delia Maione, M. Canino, S. Filo Speciale.
4. Oltre alle firme citate per il rione INA-Casa, si segnalano per il Troiano gli edifici con portico del nucleo centrale, e opera di M. Canino, le case a torre di M. Capobianco, gli edifici di A. Sbriziolo, le residenze in linea con l'attico loggiato di M. Angrisani; meritano una menzione anche l'Asilo nido di F. della Sala e la Scuola media di S. Bisogni.
5. I dati delle emissioni di CO₂ in ambito urbano del Comune di Palermo (2025) dimostrano infatti che: 1) nel settore dei trasporti le emissioni del pubblico nel 2021 sono pari a 15.046 tCO₂, ovvero il 3,9% di quelle del settore privato (387.614 tCO₂); nel settore dell'edilizia gli ultimi dati del 2011 riportano per il pubblico emissioni pari a 61.108 tCO₂, ovvero il 7,2% di quelle dei settori residenziale e terziario (852.910 tCO₂). Per maggiori informazioni consultare la pagina web: paesc-sicilia.enea.it/comune_p.php?cod_istat=082053 [Accessed 14 February 2024].
6. Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare (PINQuA) per la rigenerazione di aree urbane degradate. Per approfondimenti consultare la pagina web: abitalab-unirc.com/abitalab [Accessed 12 February 2025].

Bibliografia

- Città di Reggio Calabria (2024), *Adesione del Comune di Reggio Calabria al nuovo "Patto dei Sindaci Europa" – Rafforzamento degli Interventi per un'Europa più equa e neutrale dal punto di vista climatico*, Verbale di deliberazione del Consiglio Comunale n. 77 del 15/07/2024. [Online] Available at: reggiocal.it/Allegati/6981-DelibereDiConsiglio_DELG-77-2024-ee25c1e9-d3a8-407c-bb35-6f5aa9370ecb.pdf [Accessed 12 February 2025].
- Città Metropolitana di Reggio Calabria (2024), *Masterplan Reggio Calabria 2050 – Documento Strategico Preliminare*, DELG_157_2024 – Allegato n° 1. [Online] Available at: trasparenza.reggiocal.it/it/trasparenza/pianificazione-e-governo-del-territorio/atti-di-governo-del-territorio-art-39-comma-1-lett-a-del-d-lgs-n-33-2013/masterplan-citta-di-reggio-calabria.html [Accessed 12 February 2025].
- Comune di Palermo (2025), *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima*.
- De Fusco, R. (1994), *Napoli nel Novecento*, Laterza, Bari.
- European Commission (2021), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Forging a climate-resilient Europe – The New EU Strategy on adaptation to Climate Change*, document 52021DC0082, COM/2021/82 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0216 [Accessed 12 February 2025].
- European Commission (2013), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital*, document 52013DC0249, COM/2013/0249 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52013DC0249 [Accessed 12 January 2024].
- Frampton, K. (1990), "Due scuole a Napoli di Salvatore Bisogni", in *Casabella*, n. 564, pp. 16-24.
- Gasparrini, C. (2003), "Il ripensamento di un progetto urbano interrotto nella città pubblica del dopoguerra", in Stenti, S. (ed.), *Riprogettare la periferia*, Clean, Napoli, pp. 82-91.
- Guallart, V. (2014), *The Self-Sufficient City*, Actar Publisher.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), *Climate Change 2022 – Mitigation of climate change, Working Group III 6th Assessment Report*. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/wg3/ [Accessed 12 February 2025].
- Koc, M., Acar, A. (2021), "Investigation of urban climates and built environment relations by using machine learning", in *Urban*

- Climate*, vol. 37, article 100820, pp. 1-14. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100820 [Accessed 12 February 2025].
- Ladi, T., Jabalameli, S., Sharifi, A. (2022), "Applications of machine learning and deep learning methods for climate change mitigation and adaptation", in *Environment and Planning B | Urban Analytics and City Science*, vol. 49, issue 4, pp. 1314-1330. [Online] Available at: doi.org/10.1177/23998083221085281 [Accessed 12 February 2025].
 - MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023b), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. [Online] Available at: mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc [Accessed 12 February 2025].
 - Pagano, L. (1994), "Quartiere Traiano", in Belfiore P., Gravagnuolo B. (eds), *Napoli – Architettura e urbanistica del Novecento*, Laterza, Bari, pp. 251-253.
 - Regione Calabria (2023), *PRIEC - Piano Regionale Integrato per l'Energia e il Clima* Del. Giunta regionale n. 402 del 10-08-2023. [Online] Available at: <https://www.regione.calabria.it/wp-content/uploads/2023/08/Rapporto-preliminare-PRIEC.pdf> [Accessed 20 February 2025].
 - Regione Calabria (2023), *PEAR - Piano Energetico Ambientale Regionale della Calabria*, Delib. Consiglio Regionale n. 315 del 14-02-2005. https://www.consiglioregionale.calabria.it/PPA1/Indice_1.htm [Accessed 20 February 2025].
 - Scherillo, M. (1878), *Soccavo*, Tipografia dei Comuni.
 - Shen, Z. Li, Y., Yang, K. et alii (2019), "The emerging cross-disciplinary studies of landscape ecology and biodiversity in China", in *Journal of Geographic Science*, vol. 29, issue 7, pp. 1063-1080. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11442-019-1645-7 [Accessed 12 February 2025].
 - Stenti, S. (1993), *Napoli Moderna - Città e case popolari 1868-1920*, Clean edizioni, Napoli.
 - Ying, J., Zhang, X., Zhang, Y., Bilan, S. (2021), "Green infrastructure – Systematic literature review", in *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, vol. 35, issue 1, pp. 343-366. [Online] Available at: doi.org/10.1080/1331677X.2021.1893202 [Accessed 12 February 2025].
 - Zhang, K., Chui, T.F.M. (2019), "Linking hydrological and bioecological benefits of green infrastructures across spatial scales – A literature review", in *Science of the Total Environment*, vol. 646, pp. 1219-1231. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.355 [Accessed 12 February 2025].

L'avanzare della crisi climatica richiede l'adozione di misure di breve e di lungo periodo per il contrasto degli impatti climatici e per la progressiva riduzione delle emissioni climalteranti. Gli indirizzi europei e nazionali dispongono di tali misure che tuttavia incontrano numerosi fattori ostativi – gap, limiti, vincoli e barriere – nell'applicazione alla scala locale. Il volume “Transizione climatica e processi rigenerativi degli insediamenti in aree metropolitane del Sud Italia – Politiche locali e sperimentazioni” affronta il tema della transizione climatica delle città del Sud Italia, dal punto di vista delle policy, delle prassi e degli aspetti tecnico-operativi.

Il libro riporta alcuni esiti della ricerca PRIN 2022 PNRR Linea Sud “REACT – Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan

Areas”, condotta dalle Unità di Ricerca dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e dell'Università degli Studi di Palermo. Il lavoro di ricerca pone al centro la tematica dei processi rigenerativi nelle città, come condizione di sintesi necessaria all'applicazione delle misure di adattamento e mitigazione climatica.

Le peculiarità della città del sud Italia sono indagate sia negli aspetti climatici che caratterizzano l'area del Mediterraneo che in quelli di possibili innovazioni della governance, attraverso tre sperimentazioni condotte a Napoli, Palermo e Reggio Calabria, individuando così opportune modalità di intervento per il contrasto del cambiamento climatico e nuovi strumenti per il trasferimento di conoscenza a supporto delle Pubbliche Amministrazioni nel superamento di vari ostacoli alla transizione climatica.

ISBN 979-12-5644-121-1



www.letteraventidue.com