

RICERCA PRIN 2022 PNRR REACT “REGENERATIVE PROCESSES ENHANCEMENT TO ADDRESS DECISION MAKERS TOWARDS CLIMATE-PROOF TRANSITION OF SOUTHERN METROPOLITAN AREAS”

CONVENZIONE ATTUATIVA “STUDI DEGLI ASPETTI FUNZIONALI-SPAZIALI E
TECNOLOGICO-AMBIENTALI DI INTERVENTI DI ADATTAMENTO CLIMATICO
DEGLI SPAZI APERTI DELLE AREE DESTINATE AD ATTREZZATURE DEL
COMUNE DI NAPOLI”; COMUNE DI NAPOLI – AREA URBANISTICA -
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA DELL’UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II

SARA VERDE, FEDERICA DELL’ACQUA
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA, UNIVERSITA' DI NAPOLI FEDERICO II
sara.verde@unina.it; federica.dellacqua@unina.it



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

LOGO
ente beneficiario

Sommario

1. *OBIETTIVO DEL REPORT*
2. *INQUADRAMENTO TEMATICO. LA RICERCA PRIN 2022 PNRR “REACT”*
3. *IL PROGETTO DI ADATTAMENTO CLIMATICO. VERIFICA E CONTROLLO DELL'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI*

3.1 INTERVENTI DI ADATTAMENTO CLIMATICO E CRITERI CAM

3.2 LA QUALITÀ AMBIENTALE. L'INDICE RIE NEGLI STRUMENTI REGOLAMENTATIVI IN ITALIA

3.3 VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA ECOLOGICA DI UN INTERVENTO. L'INDICE BAF- BIOTOPE AREA FACTOR

3.4 PRESTAZIONI AMBIENTALI E STRUMENTI REGOLAMENTATIVI IN ITALIA

4. IL SISTEMA DELLE ATTREZZATURE URBANA DI QUARTIERE A NAPOLI. SPERIMENTAZIONE SUL CASO STUDIO DI SOCCAVO E RISULTATI INTERMEDI

REFERENCES

1. OBIETTIVO DEL REPORT

Il presente Report, sviluppato nell'ambito della Ricerca PRIN 2022 PNRR REACT “Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas” e specificamente della Convenzione Attuativa “Studi degli aspetti funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali di interventi di adattamento climatico degli spazi aperti delle aree destinate ad attrezzature del Comune di Napoli”; stipulata tra il Comune di Napoli - Area Urbanistica e il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II, è finalizzato ai seguenti obiettivi:

1. Fornire un quadro sintetico delle azioni intraprese in Italia alla scala locale, per introdurre negli strumenti regolamentari comunali criteri progettuali di climate adaptation design negli interventi di nuova edificazione e sul patrimonio edilizio esistente (par.3).
2. Sviluppare, attraverso una sperimentazione condotta sull'area del quartiere di Soccavo, una metodologia, basata su 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 negli aspetti funzionali-spaziali, tecnologici e ambientali, finalizzata all'individuazione delle criticità ambientali degli impatti dovuti a fenomeni di ondata di calore e di pluvial flooding, nonché alla verifica dell'efficacia di interventi progettuali di adattamento climatico (par.4).
3. Sviluppare una proposta di strumento (toolkit) di verifica e controllo dell'efficacia degli interventi di adattamento climatico, con potenziali applicazioni al sistema delle attrezzature del Comune di Napoli.

2. Inquadramento tematico. La Ricerca PRIN 2022 PNRR “REACT”

La transizione delle aree metropolitane verso assetti climate resilient richiede l'applicazione di azioni finalizzate a raggiungere obiettivi di adattamento climatico. Quest'ultimo viene posto dall'Unione Europea (European Commission, 2021) come caratterizzato da requisiti di smartness, sistematicità e fattibilità. Contestualmente, l'approvazione del PNACC nel dicembre 2023 (MASE, 2023) rende urgente la disponibilità di strumenti operativi che supportino l'applicazione delle misure strategiche di adattamento climatico in forme operative, locali e calate sui territori rispetto alla specificità dei contesti, attraverso modalità replicabili per aree con caratteri di omogeneità.

La Ricerca PRIN 2022 PNRR REACT1 “Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas” ha l'obiettivo di definire un workflow metodologico e operativo, di supporto alle PA nella definizione di strategie climate oriented e rigenerative alla scala locale.

In tale quadro, l'Unità di Ricerca UNINA del DiARC - Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli indaga gli aspetti funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali degli interventi di adattamento climatico, con particolare riferimento al potenziale contributo degli spazi aperti alla riduzione della vulnerabilità climatica dei sistemi insediativi. Gli spazi aperti, progettati secondo un approccio environmental-oriented, possono incidere significativamente sulla capacità di riduzione

¹ Le Unità di Ricerca (U.R) REACT sono UNINA - Università di Napoli Federico II; UNIRC- Università Mediterranea degli studi della Calabria; UNIPA - Università degli Studi di Palermo

della vulnerabilità climatica alla scala edilizia e urbana, apportando al contempo benefici ambientali e inserendosi in modo rilevante nella rete di spazi pubblici come sistemi proattivi per il contrasto degli impatti climatici in ambito urbano.

L'ambito di applicazione degli esiti del contributo UNINA alla ricerca è individuato nel sistema delle attrezzature di quartiere di Napoli, disciplinate dalla Tavola 8 del PRG di Napoli 2004, quale sistema di spazi pubblici o ad uso pubblico, potenzialmente strategici nella riduzione della vulnerabilità climatica della città.

3. Il progetto di adattamento climatico. Verifica e controllo dell'efficacia degli interventi

Il progetto di climate adaptation design in ambito urbano richiede l'applicazione di strategie, azioni e soluzioni tecniche finalizzate alla riduzione degli impatti legati ai fenomeni del cambiamento climatico, quali ondate di calore e precipitazioni intense ed estreme, la cui efficacia sia resa evidente e misurabile, attraverso il confronto tra stato di fatto e proposta progettuale, nonché attraverso azioni di monitoraggio nel tempo. In questo, gli indici e gli indicatori ambientali forniscono «una rappresentazione sintetica di una realtà complessa» (Malcevski, 1987), in grado di restituire quadri di conoscenza, livelli di qualità ecosistemica e interdipendenze tra fenomeni del cambiamento climatico e caratteristiche fisiche dei contesti.

In Italia numerosi Comuni hanno adottato, all'interno degli strumenti regolamentativi alla scala locale e con differenti livelli di coerenza, sistemi di indici e indicatori con lo scopo di introdurre, attraverso opportuni valori di prestazione, fattori di qualità ambientale nei processi di trasformazione edilizia e urbana, con particolare riferimento alle strategie di gestione sostenibile delle acque meteoriche, di riduzione dell'effetto di isola di calore urbana e di mitigazione microclimatica. L'approvazione del Piano Nazionale di Adattamento ai cambiamenti Climatici nel dicembre 2023 pone una necessaria accelerazione dell'adozione di strumenti di pianificazione e operativi alla scala locale che rendano fattibili le misure di adattamento climatico individuate dagli indirizzi nazionali, in cui il tema della misurabilità dell'efficacia riveste un ruolo significativo.

Nei paragrafi seguenti si riportano alcuni casi esemplificativi dei principali indici e indicatori di qualità ambientale adottati in Italia e alla scala locale, evidenziando lo strumento di adozione (es. PUG, REd) e, quando espressi, i livelli minimi di prestazione ambientale richiesti negli interventi (par. 3.1-3.4).

3.1 Interventi di adattamento climatico e criteri CAM

Gli insediamenti urbani rappresentano le aree prioritarie di intervento su cui agire per il raggiungimento degli obiettivi di gestione dei rischi climatici attraverso l'impiego di strategie e azioni climate resilient, basate su interventi di mitigazione e adattamento climatico alla scala locale. In questo contesto, l'adattamento degli spazi urbani pubblici al cambiamento climatico ricopre un ruolo centrale, in particolare in relazione all'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi come heatwave e pluvial flooding. Gli interventi di adattamento nei contesti urbani sono quindi finalizzati a implementare la capacità resiliente dei territori, tramite soluzioni progettuali che riducano la vulnerabilità dei sottosistemi che compongono il sistema urbano.

Tra le misure che possono essere adottate alla scala locale rientrano interventi per il recupero e la raccolta delle acque meteoriche, la riduzione dell'effetto isola di calore urbana, l'incremento di superfici permeabili e l'integrazione nei tessuti urbani di infrastrutture verdi e blu tramite interventi di greening diffuso.

Nel raggiungimento degli obiettivi di adattamento climatico, l'adozione dei CAM-Criteri Minimi Ambientali rappresenta uno strumento utile per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale nelle opere pubbliche.

I CAM – definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della Pubblica Amministrazione - sono i requisiti ambientali, definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità del mercato. In Italia, l'applicazione dei CAM negli appalti pubblici è obbligatoria, finalizzata a ridurre gli impatti ambientali e a promuovere modelli di produzione e consumo sostenibili e circolari.

Nell'ambito della normativa vigente relativa ai CAM Edilizia sono incluse alcune specifiche tecniche e criteri premiali che incentivano la realizzazione di interventi di adattamento climatico nei lavori pubblici. Tra i requisiti richiesti nel DM n.256/2022 emerge il tema della permeabilità dei suoli. Secondo la normativa i progetti di nuova costruzione devono prevedere una superficie permeabile non inferiore al 60 %, definendo come permeabili tutte le superfici con un coefficiente di deflusso inferiore a 0,50. Questo si lega ai requisiti richiesti per la riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" nei quali viene indicato che:

- sia per i progetti di nuova costruzione che di ristrutturazione urbanistica, almeno il 60 % delle superfici permeabili (individuata sulla base del precedente criterio relativo alla permeabilità della superficie territoriale) deve essere destinata ad aree verdi progettate in conformità al DM n.63/2020;
- le superfici pavimentate, le pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli abbiano un indice SRI (Indice di riflessione solare) di almeno 29;
- nelle aree destinate a parcheggio, almeno il 10 % dell'area lorda sia costituita da copertura verde;
- le coperture degli edifici devono prevedere sistemazioni a verde, tetti ventilati o materiali di copertura che garantiscano un indice di SRI almeno pari a 29 con pendenza maggiore del 15 % e di almeno 76 con pendenza minore o uguale al 15 %.

L'adozione di tali criteri nel progetto contribuisce a orientare gli interventi verso obiettivi di riduzione delle vulnerabilità climatiche in ambito urbano.

3.2 La qualità ambientale. L'indice RIE negli strumenti regolamentari in Italia

Il RIE – Indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio è un indice numerico adimensionale di qualità ambientale che può essere applicato nelle valutazioni ex ante ed ex post degli interventi di trasformazione e riqualificazione urbana ed è utile alla certificazione degli interventi edilizi in relazione alla permeabilità dei suoli e delle aree verdi. È stato adottato dalla città di Bolzano nel 2004 all'interno del Regolamento Edilizio all' art.19 bis, dove l'utilizzo della procedura di RIE è obbligatoria per la verifica ambientale per interventi di nuova costruzione, per interventi sull'edilizia

esistente e per interventi di qualsiasi natura (fondi e/o edifici esistenti), che comportano la modificazione delle superfici esterne esposte alle acque meteoriche, quali coperture, terrazze, sistemazioni esterne, cortili, aree verdi, aree pavimentate, ecc (Bassolino, 2020).

Il RIE esprime il rapporto tra la sommatoria delle superfici permeabili, impermeabili o sigillate trattate a verde – al numeratore – e la sommatoria delle superfici permeabili, impermeabili o sigillate non trattate a verde al denominatore. L'indice può variare in una scala che va da 0 a 10, in cui maggiore è il valore dell'indice migliore sarà la risposta in termini di miglioramento dell'intervento.

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{vi} \frac{1}{\psi_i} + (S_e)}{\sum_{i=1}^n S_{vi} + \sum_{j=1}^m S_{ij} \psi_j}$$

S_{vi} = i-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata trattata a verde

S_{ij} = j-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata non trattata a verde

ψ_i = i-esimo coefficiente di deflusso

ψ_j = j-esimo coefficiente di deflusso

S_e = Superfici equivalenti alberature

In questa procedura di calcolo, il peso alle diverse categorie è attribuito moltiplicando le superfici rilevate per il reciproco del coefficiente di deflusso per gli elementi posti al numeratore, e per il coefficiente di deflusso per gli elementi posti al denominatore. Alle alberature – suddivise in tre classi in base alla grandezza (in termini di altezza) – è assegnata una superficie equivalente inserita al numeratore.

Tramite questo algoritmo di calcolo, il RIE è in grado di esprimere con un coefficiente numerico un rapporto in cui, presa in considerazione un'area oggetto di analisi ambientale, al numeratore sono imputate quelle superfici trattate a verde, mentre al denominatore, sono imputate tutte le altre tipologie di superfici.

- Gli elementi essenziali nel calcolo dell'indice RIE sono:
- La tipologia e i materiali di finitura delle superfici esterne esposte alle acque meteoriche;
- La gestione e l'eventuale recupero/riuso delle acque meteoriche;
- La piantumazione e l'inverdimento pensile.

In Italia, oltre che nel Comune di Bolzano, l'applicazione dell'Indice RIE è stata introdotta anche nel comune di Reggio Emilia, nel Comune di Bologna, nella disciplina del Piano Urbanistico Generale del Comune di Nonantola in provincia di Modena e nel RUE del Comune di Scandiano.

Gli interventi di adattamento climatico dovrebbero contribuire al raggiungimento di un valore di indice RIE elevato in quanto ciò rappresenta una migliore gestione delle acque meteoriche e una maggiore dotazione di verde. L'indice RIE si configura come uno strumento utile a valutare l'impatto degli interventi edilizi, promuovendo pratiche costruttive più attente ai temi del contrasto degli impatti climatici.

3.3 Valutazione dell'efficacia ecologica di un intervento. L'indice BAF- Biotope Area Factor

Il Biotope Area Factor è un indice di qualità ambientale adimensionale che valuta la funzionalità ecosistemica dell'ambiente costruito. È stato introdotto nel 1979 nel Piano per il paesaggio per Berlino Ovest e dal 1994 è diventato vincolante per l'intera città nelle aree interessate dal Landschaftsplane. Attualmente è utilizzato come standard di pianificazione della Municipalità di Berlino (Bianco, 2020). In Italia, il BAF è riportato nelle NTA del Comune di Segrate come elaborato nelle prescrizioni generali per i piani attuativi, i piani di settore e ogni altro intervento sul territorio con la definizione di Target obbligatorio per gli interventi di ristrutturazione edilizia, nuova costruzione e ristrutturazione urbanistica. È stato, inoltre, adottato nel Regolamento Edilizio del Comune di Jesi e nella variante generale al Piano di Governo del Territorio del Comune di Saronno. Con esso viene valutata l'efficacia ecologica delle superfici urbane – in relazione alla superficie totale dell'intervento – in base a 5 parametri rappresentativi delle tipologie di superfici: efficienza evapotraspirativa, capacità di fissare le polveri inquinanti, capacità di infiltrare/immagazzinare l'acqua piovana, conservazione e sviluppo delle funzioni del suolo a lungo termine e fornitura di habitat per flora e fauna.

La definizione del BAF è basata su un abaco di soluzioni tipo-tecnologiche che associano alle varie tipologie (in tutto nove) di pavimentazione e copertura (erba, autobloccanti, asfalto, green roof, ecc.) un coefficiente che varia tra 0 (impermeabilità assoluta) e 1 (totale permeabilità). Le superfici sono classificate in base alle funzioni ecologiche e quindi ai Servizi Ecosistemici che sono in grado di fornire:

- Capacità di captazione delle acque di pioggia e rallentamento del loro deflusso;
- Efficienza di evapotraspirazione;
- Capacità di fissazione e organicazione degli inquinanti atmosferici;
- Capacità di fissazione e diluizione di inquinanti nelle acque;
- Disponibilità di habitat per piante e animali.

Il BAF è determinato dal rapporto tra la sommatoria di tutte le superfici dell'area di intervento, moltiplicate per un coefficiente espressivo dell'efficacia ecologica della superficie, rispetto al totale dell'area d'intervento.

$$BAF = \frac{\text{ecological – effective surface area}}{\text{total land area}} = \frac{\sum(S_i \cdot p_i)}{TLA}$$

S_i = la superficie i-esima espressa in mq

P_i = coefficiente tabellato, compreso tra 0 e 1, rappresentativo dei 5 parametri, in base al tipo di superficie

TLA (Total Land Area) = superficie totale dell'intervento

La stima del BAF è effettuata per aree ristrette e in modo sostanzialmente manuale attraverso mappe esistenti (mappe vettoriali, ortofoto e immagini) dalla quali elaborare carte tematiche con applicazioni GIS o CAD.

Il BAF incentiva un inverdimento delle superfici e della permeabilità dei suoli finalizzata all'incremento dei servizi ecosistemici in ambito urbano, con particolare riferimento a quelli di

regolazione microclimatica relativi alla mitigazione delle temperature e al controllo dei fenomeni di flooding.

3.4 Prestazioni ambientali e strumenti regolamentari in Italia

Le misure per una pianificazione in linea con gli obiettivi di adattamento climatico introdotti dal PNACC 20203 devono tenere conto delle diverse scale spaziali, in particolare a livello degli spazi urbani e degli edifici. L'adattamento degli edifici e dello spazio urbano ha come obiettivo quello di preservarli e di renderli in grado di contrastare gli impatti derivanti da eventi climatici estremi. Le strategie e le azioni adottate a tal fine includono da un lato, l'aggiornamento di pratiche consolidate e dall'altro, l'adozione di soluzioni innovative e tecnologie emergenti.

A questo scopo, l'adeguamento dei regolamenti edilizi in chiave climate resilient rappresenta un'opzione di adattamento che, alla scala locale, coinvolge diversi aspetti legati al settore edilizio e potenzialmente possono contribuire al miglioramento della qualità degli spazi urbani e degli stili di vita dei loro abitanti.

Numerosi Comuni italiani hanno iniziato a dotarsi, all'interno dei propri Piani e Regolamenti Edilizi, di indici e indicatori di qualità ambientale in grado di valutare l'efficacia degli interventi ex ante ed ex post sia nella nuova costruzione che nella riqualificazione, di cui il RIE rappresenta l'indice maggiormente adottato. La tabella 1 ne riporta un quadro sintetico, indicando lo strumento di adozione e, quando esplicitati, i valori minimi dell'indice. Oltre ai casi in tabella, si segnalano i Comuni di Sagrate, Jesi e Saronno come casi di adozione del BAF.

| COMUNE | INDICE | STRUMENTO | RIF. | VALORI MINIMI /PRESCRIZIONI |
|---------|--------|-----------|--|--|
| BOLZANO | RIE | REd | All. 3, art.1 e seg. | <p>RIE = 4 per le zone di piano comunale per il territorio e il paesaggio (PCTP) a destinazione: A) zona mista residenziale C) zona a destinazione particolare D) zona di riqualificazione urbanistica F) zone destinate ad opere e impianti pubblici</p> <p>RIE = 1.5 B) zone produttive E) zone destinate alla mobilità e alla viabilità</p> <p>Le zone del PCTP con destinazione di cui alla lett. F) zona per attrezzature pubbliche, devono garantire il RIE di progetto migliore possibile in relazione alla destinazione funzionale</p> |
| BOLOGNA | RIE | PUG | “Strategie per la qualità urbana ed ecologico-ambientale - 1. Resilienza e ambiente” - Azione 1.2b “Potenziare l'infrastruttura verde urbana” | |
| | | REd | art. 28 - P4 “Regolazione dei cicli naturali” | <p>RIE = 4 Usi abitativi di tipo urbano Servizi economici e amministrativi Servizi ricettivi e ristorativi Servizi ricreativi Servizi sociali di interesse generale Usi rurali</p> |

RIE = 1.5

Usi industriali e artigianali:

Servizi commerciali e artigianato di servizio

| | | | | |
|------------------|-----|-----|--|---|
| MODENA | RIE | REd | All.1, art. 1.1 | - |
| RAVENNA | RIE | PUG | DT01 – Disciplina, art. 1.12.4 All.1, art.1-2 | - |
| REGGIO EMILIA | RIE | REd | Art.2 | Per gli interventi di NC ed RE con completa demolizione e ricostruzione disciplinati dal PUG |

Tab. 1 Quadro sintetico dell'applicazione del RIE negli strumenti locali

4. Il sistema delle attrezzature urbana di quartiere a Napoli. Sperimentazione sul caso applicativo di Soccavo e risultati intermedi

Nell'ambito dell'attività di ricerca svolta dall'UR UNINA, il quartiere di Soccavo è stato individuato come caso applicativo, poiché esemplificativo di alcune delle principali criticità climatiche (ondate di calore e impatti da precipitazioni intense o estreme, fenomeni di ruscellamento), legate alle caratteristiche insediative, tipomorfologiche, ambientali e geologiche, tra cui la configurazione del quartiere secondo una piana pedecollinare all'interno dell'omonimo cratere e l'andamento delle linee di impluvio delle acque dalla collina verso la conca.

Nella sperimentazione è stato utilizzato un approccio metodologico 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, nei test sul caso applicativo.

Le aree delle attrezzature di Soccavo, esistenti o destinate alle funzioni definite dalla Tav. 8, sono analizzate negli aspetti tecnologici e di vulnerabilità climatica del sistema del costruito e del verde.

La sperimentazione è stata articolata nelle seguenti fasi operative:

- a. Conoscenza delle aree del Comune di Napoli destinate alle attrezzature di quartiere (scolastiche, culturali, verde e parcheggi, secondo DM 1444/68) negli aspetti ambientali, funzionali-spaziali e tecnologici, relativi alle vulnerabilità rispetto agli hazard climatici di *heatwave* e *pluvial flooding*, considerando le condizioni di fattibilità degli interventi;
- b. Definizione di criteri in base ai quali individuare le aree da testare (condizioni di vulnerabilità climatica del sistema edificio-spazio aperto, destinazione d'uso, grado permeabilità delle superfici, presenza di verde, eventuali caratteri di autorialità degli edifici);
- c. Selezione delle aree campione di Soccavo rispondenti ai criteri;
- d. Testing preliminari sul caso applicativo di Soccavo.

I risultati intermedi ottenuti consistono in

- 1) sviluppo di una metodologia replicabile per l'individuazione delle aree di maggiore criticità climatica delle attrezzature rispetto agli effetti di *heatwave* e *pluvial flooding* (hotspot);
 - 2) individuazione delle aree prioritarie di intervento.
- a. *Conoscenza delle aree del Comune di Napoli destinate alle attrezzature di quartiere (scolastiche, culturali, verde e parcheggi, secondo DM 1444/68) negli aspetti ambientali, funzionali-spaziali e tecnologici, relativi alle vulnerabilità rispetto agli hazard climatici di heatwave e pluvial flooding, considerando le condizioni di fattibilità degli interventi*

In questa prima fase di conoscenza, la costruzione del database di partenza è stata focalizzata alla comprensione degli aspetti ambientali per le aree destinate alle attrezzature di quartiere nel quartiere di Soccavo.

A tal fine, i dati di input utilizzati sono: analisi delle temperature nel periodo 2008-2024, LAI Index e i valori di NDVI registrati nei periodi di ondata di calore. Partendo da questi dati è stato possibile costruire una serie di carte tematiche che contribuiscono alla comprensione degli aspetti di vulnerabilità climatiche a *heatwave* e *pluvial flooding* per le aree per attrezzature pubbliche. Gli output prodotti sono stati:

- Carta tematica dei valori medi di albedo²;
- Carta tematica dei valori medi di deflusso superficiale³;
- Carta tematica della condizione del sistema del verde nelle aree delle attrezzature nei periodi di stress termico⁴.

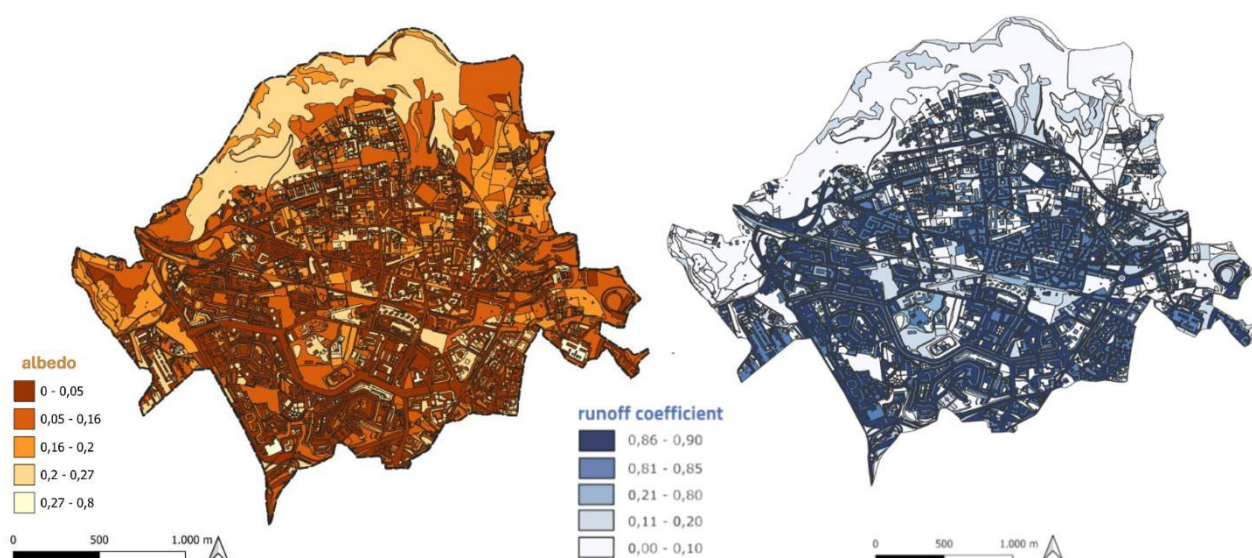


Fig. 01 Carte tematiche dei valori di albedo (a sinistra) e di coefficiente di deflusso superficiale (a destra). Elaborati di V. De Sanctis e A. Cannavacciuolo.

² L'albedo è un indicatore adimensionale compreso tra 0 e 1 che misura la quantità di energia solare incidente riflessa da una superficie. Per costruzione della carta tematica dei valori medi di albedo per le aree delle attrezzature pubbliche, ad ogni superficie orizzontale è stato associato un materiale con il rispettivo coefficiente di albedo. Il valore medio all'interno dei poligoni delle attrezzature pubbliche (così come forniti dalla tavola 8 del PRG) è stato ottenuto effettuando una media ponderata dei valori delle singole superficie rispetto ai mq occupati.

³ Il coefficiente di deflusso superficiale è un parametro adimensionale che rappresenta la frazione di pioggia che scorre sulle superfici orizzontali senza infiltrarsi nel suolo. Varia tra 0 (massima permeabilità) e 1 (completa impermeabilità), ed è influenzato dal tipo di copertura del suolo, dalla pendenza e dalle condizioni climatiche. Questo indicatore è utile a valutare l'urban surface runoff, ovvero il fenomeno di ruscellamento superficiale negli spazi aperti causato dagli eventi di precipitazione e aggravato dall'elevata percentuale di superfici impermeabili e dall'incapacità del sistema fognario di garantire lo smaltimento dei flussi idrici in eccesso. Il processo di costruzione della carta tematica del coefficiente di deflusso superficiale per le aree delle attrezzature pubbliche è lo stesso utilizzato per la carta tematica dell'albedo.

⁴ La carta tematica della condizione del sistema del verde è stata realizzata facendo riferimento ai valori di NDVI – Normalized Difference Vegetation Index, un indice spettrale utilizzato per valutare la densità e la salute della vegetazione, calcolato a partire dai dati di riflettanza del rosso e del vicino infrarosso. I valori variano tra -1 e 1, dove valori più alti indicano una maggiore copertura vegetale, e ai valori di LAI – Leaf Area Index che misura la superficie totale delle foglie per unità di superficie del suolo ed è un indicatore chiave della quantità di vegetazione e della sua capacità di fotosintesi, traspirazione e intercettazione della pioggia.



Fig. 02 Carta tematica della condizione del sistema del verde nelle aree delle attrezzature nei periodi di stress termico. Elaborato di V. De Sanctis

b. *Definizione di criteri in base ai quali individuare le aree da testare (condizioni di vulnerabilità climatica del sistema edificio-spazio aperto, destinazione d'uso, grado permeabilità delle superfici, presenza di verde, eventuali caratteri di autorialità degli edifici)*

Sulla base delle carte tematiche realizzate nella fase precedente, sono state individuate come aree nelle quali effettuare il testing progettuale preliminare.

Il primo criterio per individuare queste aree è legato alle condizioni di vulnerabilità climatica rispetto agli hazard climatici *heatwave* e *pluvial flooding*. A questo scopo si è proceduto all'individuazione delle aree di maggiore criticità rispetto agli hazard selezionati classificando i valori di albedo e coefficiente di deflusso (raccolti nella fase di conoscenza precedente) in una scala da 1 (criticità alta) a 5 (criticità bassa).

In questo modo è stato possibile individuare le aree per attrezzature pubbliche maggiormente vulnerabili dal punto di vista climatico tramite due output:

- Carta delle aree di maggiore criticità rispetto all'hazard *heatwave*;
- Carte delle aree di maggiore criticità rispetto all'hazard *pluvial flooding*.

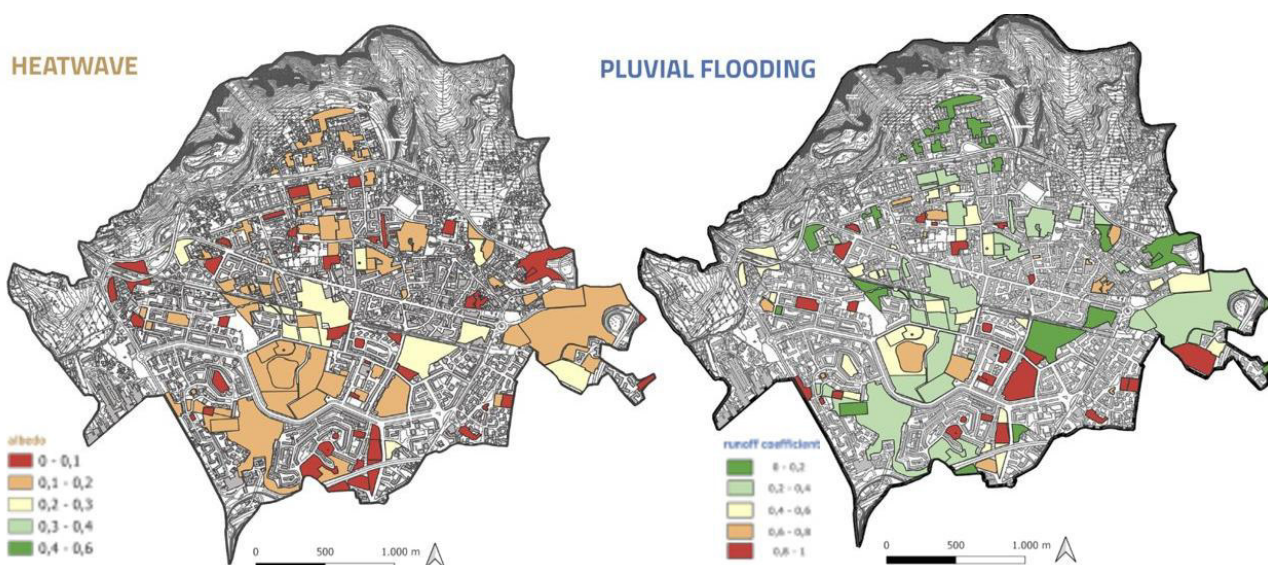


Fig. 03 Carta delle aree di maggiore criticità rispetto all'hazard *heatwave* (a sinistra) e *pluvial flooding* (a destra). Elaborati di V. De Sanctis e A. Cannavacciuolo.

Sulla base di questi output, sono state individuate le aree hotspot rispetto ad entrambi gli hazard climatici di riferimento. Sono definite aree hotspot le aree per attrezzature pubbliche in cui i valori di albedo e di coefficiente di deflusso registrano valori di criticità alto (1) e medio-alto (2). Nello specifico sono state identificate come hotspot le aree che verificavano le seguenti condizioni:

- Albedo criticità alta + Deflusso criticità alta;
- Albedo criticità alta + Deflusso criticità medio -alta;
- Albedo criticità medio-alta + Deflusso criticità alta;
- Albedo criticità medio-alta + Deflusso criticità medio-alta;

La carta di individuazione delle aree hotspot è stata poi tematizzata in due output:

- Carta delle aree hotspot per attrezzature pubbliche esistenti;
- Carta delle aree hotspot per attrezzature pubbliche reperite.

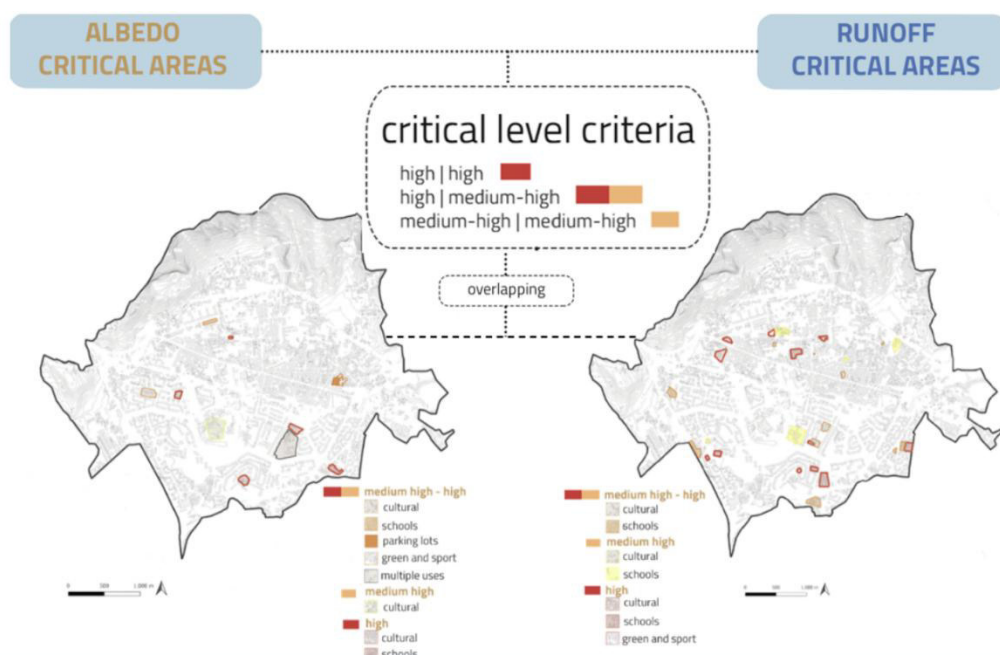


Fig. 04 Carte di individuazione delle aree hotspot per le attrezzature pubbliche esistenti e reperite. Elaborati di V. De Sanctis e A. Cannavacciuolo.

c. Selezione delle aree campione di Soccavo rispondenti ai criteri

Individuate le aree hotspot dal punto di vista climatico, sono stati aggiunti due ulteriori criteri per la selezione delle aree campione:

- La quantità di aree verdi;
- Il vigore del sistema del verde presente nelle aree per attrezzature pubbliche.

Sono state, quindi, selezionate per la fase di *testing*:

- Le aree hotspot con una bassa quantità di aree verdi con scarsi valori di vigore della vegetazione;
- Le aree hotspot con un'alta quantità di aree verdi con buoni valori di vigore della vegetazione.

d. *Testing preliminari sul caso applicativo di Soccavo*

Sulle aree campione selezionate sono stati effettuati i primi testing progettuali. In questa fase preliminare si è ipotizzato di operare con scenari di progressive upgrade per il raggiungimento degli obiettivi di adattamento climatico. Sono stati definiti tre scenari:

- Minimo, che prevede il rispetto dei valori minimi di albedo e coefficiente di deflusso definiti sulla base delle prescrizioni normative (cfr CAM);
- Migliorativo, che prevede un'implementazione dei valori di albedo e coefficiente di deflusso raggiunti nello scenario precedente definito sulla base di testing sperimentali e della letteratura scientifica;
- Ottimale, in cui entrambi i valori di albedo e coefficiente di deflusso sono portati "al massimo" possibile in termini positivi rispetto all'area di intervento considerata.

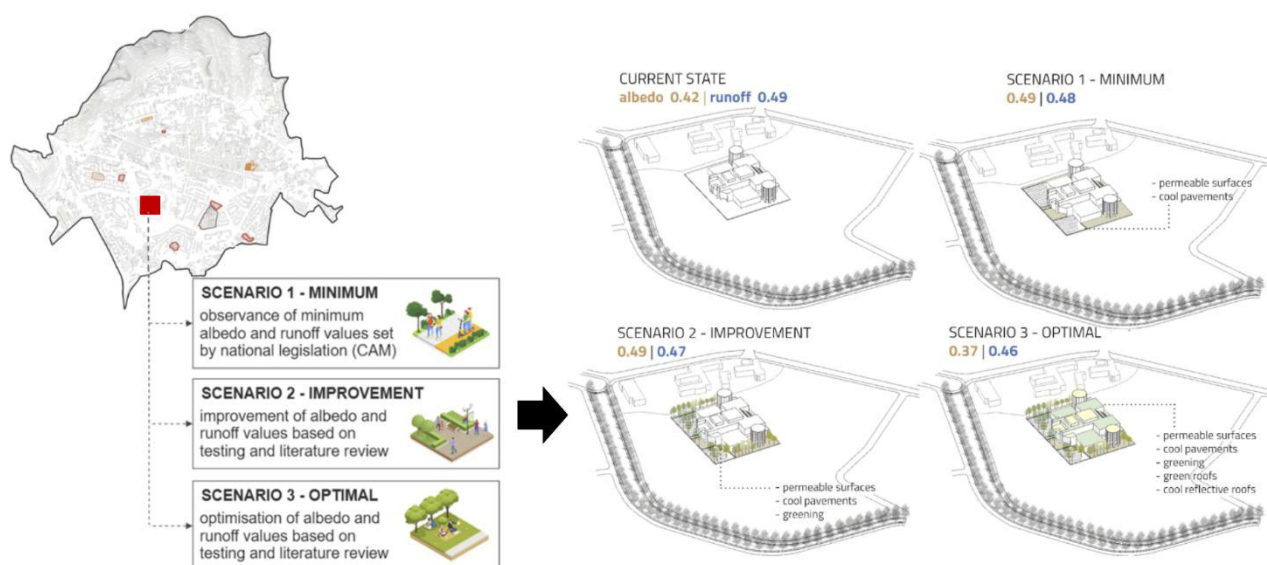


Fig. 05 Testing preliminare degli scenari progettuali per la valutazione degli interventi di adattamento climatico nelle aree delle attrezzature pubbliche con applicazione dell'approccio di progressive upgrade. Elaborati di V. De Sanctis, A. Cannavacciuolo, S. Verde, F. Dell'Acqua.

Il processo metodologico descritto può essere replicato, nella sua fase analitica, per le altre aree delle attrezzature pubbliche del Comune di Napoli. Il testing delle ipotesi progettuale è attualmente in corso, e prevede ulteriori approfondimenti nelle successive fasi di ricerca, finalizzati alla realizzazione di uno strumento (*toolkit*) di verifica e controllo dell'efficacia degli interventi di adattamento climatico, con potenziali applicazioni al sistema delle attrezzature del Comune di Napoli.

References

- Bassolino, E. (2020), "Riduzione Impatto Edilizio (RIE)", in Losasso, M., Lucarelli, M.T., Rigillo, M. and Valente, R. (eds), *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Bianco, A. (2020), "Biotope Area Factor (BAF)", in Losasso, M., Lucarelli, M.T., Rigillo, M. and Valente, R. (eds), *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Decreto Ministeriale n. 256/2022, *Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*.

- 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*, COM/2021/82 final, available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0216
- MALCEVSKI, S. (1987), “Indicatori eterogenei e bilanci d'impatto ambientale. Elementi per un paradigma di collegamento”, in Schmidt di Friedberg, P. (ed), *Gli indicatori ambientali: valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale*, Franco Angeli, Milano.
- MASE - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2024), *Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi*.
- MASE - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023), *PNACC – Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.

Strumenti normativi relativi all'indice RIE – Riduzione dell'Impatto Edilizio

- Città di Bolzano (2021), “Regolamento Edilizio. Allegato 3 – Riduzione Impatto Edilizio”, available at: <https://opencity.comune.bolzano.it/Documenti-e-dati/Statuto-e-regolamenti-comunali/5.1.3-Regolamento-edilizio-del-Comune-di-Bolzano>
- Città di Bolzano, “Richiedere la Certificazione RIE (Riduzione dell'Impatto Edilizio)”, available at: <https://opencity.comune.bolzano.it/Servizi/Richiedere-la-Certificazione-RIE-Riduzione-dell-Impatto-Edilizio#>
- Comune di Bologna (2021), “Piano Urbanistico Generale. Assetti e strategie. Disciplina del Piano”, available at: https://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/17a5f006-62e2-4364-8cec-bede075ca833/DisciplinaDelPiano_APPRweb.pdf
- Comune di Bologna (2024), “Regolamento Edilizio”, available at: https://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/37f89abd-060e-4934-a6fd-66cdb2735f14/RE_testo%20con%20modifiche_VAR%201_appr2_con%20emendamenti.pdf
- Comune di Modena (2023), “Regolamento edilizio. Allegato 1 – Riduzione dell'impatto edilizio – RIE”, available at: <https://www.comune.modena.it/amministrazione/documenti-e-dati/atti-normativi/regolamenti/regolamenti-urbanistici/regolamento-edilizio/allegato-1-riduzione-dellimpatto-edilizio-rie>
- Comune di Ravenna (2024), “Piano Urbanistico Generale (PUG). Allegato 1 – Supporto alla lettura del PUG”, available at: https://www.comune.ra.it/wp-content/uploads/2024/11/34-Allegato1_2024.pdf
- Comune di Reggio Emilia (2023), “Regolamento Edilizio. Allegato A5”, available at: <https://rigenerazione-strumenti.comune.re.it/calcolo-rie-pug-2022/>