

ARTICLE INFO

Received	20 March 2023
Revised	25 April 2023
Accepted	23 May 2023
Published	30 June 2023

L'ANIMA SOSTENIBILE DEL PASSATO

Imparare dal presente per rigenerare
spazi urbani inattuali

THE SUSTAINABLE SOUL OF THE PAST

Learning from the present to regenerate
outdated urban spaces

Antonella Falzetti, Giulio Minuto

ABSTRACT

Molti sono gli spazi aperti che oggi non si connotano più come piazze per la collettività, luoghi di condivisione e di appartenenza, inadatti a soddisfare le attuali attese in termini di benessere psico-fisico dell'utilizzatore e lontani dalle logiche dell'ecologia urbana. I luoghi ai quali si riferisce il contributo sono spesso il risultato di una sapiente cultura del progetto: hanno contribuito al disegno delle città, a migliorare ambiti degradati, ma scontano una mancata attitudine a proiettarsi in future dinamiche trasformative, risultando spazi sottratti al ciclo vitale che la loro funzione urbana oggi richiede. Analizzando il ciclo di vita di queste singole architetture urbane, realizzate prima delle recenti politiche ambientali, sorge l'interrogativo sulla loro effettiva sostenibilità e sulla loro tenuta nella progressione temporale del loro esercizio. Il saggio vuole aprire una riflessione sulle opportunità di modificazione di questi particolari ambiti acquisendo dalle strategie NbS specifiche e misurate tipologie di intervento in una prospettiva di adeguamento in chiave ecosistemica che sia in grado di tutelare l'identità architettonica trovata.

There are many open spaces that today no longer connote themselves as community squares, places of sharing and belonging, unsuited to meet current expectations in terms of the psycho-physical well-being of the user and far from the logic of urban ecology. The places to which the contribution refers are often the result of a skilful design culture: they have contributed to the design of cities, to improve degraded areas, but they suffer from a lack of aptitude to project themselves into future transformative dynamics, resulting in spaces removed from the life cycle that their urban function requires today. By analysing the life cycle of these individual urban architectures, made before recent environmental policies, the question emerges as to their actual sustainability and resilience in the temporal progression of their operation. The essay aims to open a reflection on the opportunities for modification of these particular areas by acquiring from the NbS strategies specific and measured types of intervention in a perspective of adaptation in an eco-systemic key that is able to protect the architectural identity found.

KEYWORDS

piazze pubbliche, architettura climatica, progetto urbano, resilienza, rigenerazione

public squares, climate architecture, urban design, resilience, regeneration

Antonella Falzetti, Architect and PhD, is a Full Professor of Architectural and Urban Design at the Department of Civil & Computer Engineering, 'Tor Vergata' University of Rome (Italy). She carries out research activities mainly in the area of the relationship between design and urban landscape modifications, addressing issues ranging from the scale of the diffuse city to that of urban regeneration. For some years she has also been carrying out applied research on adaptive and sustainable micro-architectures, in a vision of innovative solutions (patents) that integrate language, technique, human-centre design and digital technologies. E-mail: falzetti@ing.uniroma2.it

Giulio Minuto, Structural Engineer-Architect and PhD Candidate at the Department of Civil and Computer Engineering, 'Tor Vergata' University of Rome (Italy), carries out research aimed at studying the design of the built environment, in the particular context of coastal urban landscapes in relation to the relationships between historic buildings, decommissioning and ecological transition. He also researches design strategies on an urban scale. E-mail: giulio.minuto@students.uniroma2.eu



Quando nel 1860 nel refettorio del New College di Oxford, edificato nel 1376, fu necessario sostituire le grandi travi in quercia ammalorate si aprì un dilemma. A molti secoli di distanza si poneva il problema di come sostituirle data la loro eccezionale dimensione, di quale materiale utilizzare, di come rispettarne l'immagine. Nei latifondi di proprietà si trovava «[...] un bosco intero, piantato 500 anni prima proprio per assicurare il legname necessario alla sostituzione della carpenteria del tetto» (Magnago Lampugnani, 2022, p. 2): i primi costruttori avevano operato in una visione che oggi definiremmo 'sostenibile'. Questa lontana vicenda è in fondo la metafora della nostra più aggiornata sensibilità sui temi del pensare e costruire ecologico, in quanto sa riunire la perentoria consistenza dell'artificio, che non è eterno, con le risorse in attesa della natura; ci ricorda inoltre l'importanza di previsioni di lunga durata per l'opera di architettura, sia essa un edificio oppure, come nel caso di questa trattazione, uno spazio urbano a 'volume zero'.

Includere la dimensione temporale nel progetto dello spazio pubblico significa tener conto dei suoi cicli di vita, sradicarsi dal tempo bloccato dell'opera per accoglierne le mutazioni, misurare la predisposizione ai cambiamenti, aprirsi a nuove forme di socialità; in altre parole ciò che indichiamo comunemente come 'resilienza' (Antonini, 2019), intesa qui, non solo come attributo latente della 'materia architettonica' ma come alternativa operante per un progetto di rigenerazione. Con questi presupposti il contributo intende proporre una riflessione rivolta alla tenuta delle piazze moderne in merito alla loro qualità urbana in chiave ecologica, partendo dall'assunto che lo scopo sociale di benessere, sicurezza e inclusione è strettamente connesso e dipendente dalle condizioni ambientali. Le piazze sono spazi vitali per i cittadini: se cessano di svolgere la funzione di attrattori quotidiani, di bene comune condiviso, producono un impoverimento sociale non sostenibile (Moniz et alii, 2022).

Il saggio focalizza l'attenzione sul patrimonio internazionale di piazze qualificate, realizzate dal secondo dopoguerra, le quali, pur distinguendosi per il talento dei progettisti e l'indiscutibile qualità architettonica sono oggi scarsamente vissute, poco confortevoli e poco attrattive. L'obiettivo è individuare, all'interno delle strategie flessibili della progettazione sostenibile, codici di intervento e buone pratiche per rigenerare quegli spazi aperti, che oggi non si connotano più come piazze per la collettività, come luoghi di condivisione e di appartenenza, poiché sottratti al loro originario scopo funzionale; ci si riferisce a spazi dove gli accentuati valori estetici non si incrociano con valori d'uso adeguati, con legittime istanze di comfort termico e di benessere fisico. Luoghi che, pur contraddistinti da una singolare dimensione poetica, si identificano con «[...] un senso dell'abbandono come resa e nostalgia con un'attrazione per il vuoto contraddetta [...] da una pronunciata agorafobia» (Purini, 1993, p. 80; Figg. 1, 2).

In questa specifica indagine sullo spazio pubblico come architettura di città si pensa alle piazze esistenti come a un organismo vitale e come tale soggetto a quelle alterazioni patologiche che una nuova coscienza urbana continuamente individua. Ciò che si auspica è una 'mutazione genetica' che preveda il passaggio dalla piazza 'meta-

fisica' alla piazza come oasi urbana, governata da relazioni di comunità e da equilibrate condizioni ambientali sostenute da un uso non invasivo e misurato delle componenti naturali in quanto, solo quando è capace di rispondere, adattandosi, alle ragioni della sostenibilità e a misurarsi con le molteplici occasioni benefiche che la natura può offrire, lo spazio aperto-pubblico può rigenerarsi.

La solidarietà delle forme con il terreno (Gausa, 2022), con le misure dell'intorno insediato, con le attività, con le legittime attese per uno spazio attrattivo, vivibile, confortevole costituisce una traccia ineludibile per il progettista 'artefice' di luoghi. Ciò richiede di misurare continuamente l'opera con il linguaggio architettonico, i vincoli compositivi e la materia che la caratterizzano, studiandola e sottoponendola alla verifica di parametri di controllo che diventano indicatori operativi per interventi utili a incrementare il livello di resilienza.

Nello specifico il contributo delimita, innanzitutto, il quadro delle criticità degli spazi pubblici contemporanei autoriali, mettendo in evidenza la complessità del rapporto tra lo spazio fisico artificiale e statico della Piazza e la sostanza organica, vivente e in mutazione della Natura, misurando la tenuta di due differenti temporalità messe a confronto. Affronta inoltre gli aspetti legati ai processi generativi di soluzioni conformi e sostenibili degli spazi pubblici caratterizzati da una riconosciuta qualità architettonica aprendo una riflessione sulle tradizionali modalità conoscitive e applicative nel progetto di rigenerazione urbana.

Dal punto di vista della ricaduta sperimentale si avanza un'ipotesi di interazione tra due componenti fondamentali: i caratteri qualitativi architettonici e i dati quantitativi come flusso, frequentazione, permanenza, calcolabili attraverso le tecnologie digitali, insieme a selezionati indicatori ambientali ottenuti da modelli di analisi climatica.

Le criticità e il percorso di indagine | La negativa risposta alla naturale e spontanea propensione dell'uomo a vivere alcuni luoghi aperti viene registrata, in questa dissertazione, come fattore di allontanamento e di estraneità, partendo dal presupposto che il fattore climatico-ambientale sia una causa concorrente (De Capua and Errante, 2019). Le evidenze scientifiche in merito agli effetti del cambiamento climatico documentano l'incremento della vulnerabilità delle aree urbane, compromettendo l'interesse della collettività e la fruizione dei luoghi (Losasso and Verde, 2020). Al fine di contrastare questo fenomeno sono necessarie azioni che introducono misure di mitigazione per prevenire danni irreparabili alla componente antropica della sostenibilità urbana (European Commission, 2020). La condizione di vulnerabilità degli spazi pubblici, non eludibile, si configura come dato originario che sconta già in anticipo la mancata attenzione ai valori fisico-ambientali del luogo determinando una distanza, apparentemente incolmabile con le sfide ecologiche con le quali oggi siamo chiamati a confrontarci. Ragione per cui è necessario procedere per stratificazione di nuovi livelli dialoganti con l'architettura esistente, che assumano il valore di generatore di nuove forme di vitalità in collaborazione con la natura vivente e i suoi elementi primari (Fig. 3).

Lo spazio fisico aperto che l'uomo ha costruito viene inquadrato nella fenomenologia più articolata dell'ambiente, dove le interazioni tra indivi-

dui/comunità e luogo pubblico, tra artificio e fattori biotici costituiscono l'orizzonte di riferimento, dove la piazza è pensata in fase evolutiva, come un ecosistema locale capace di evolvere e adattarsi (De Capua and Errante, 2019). Il concetto di ecosistema urbano, indicato come obiettivo, si lega a una condizione di equilibrio, uno stato di sinergia tra soluzioni progettuali in grado di determinare condizioni ambientali descrivibili mediante la combinazione di sistemi multifunzionali integrati che garantiscono una resilienza rispetto alla variabilità delle condizioni climatiche esterne (European Commission, 2020).

Dando qui per acquisito l'affollato dibattito sullo spazio pubblico, in ordine alle sue caratteristiche fisico-fenomenologiche e alle correlate derive interpretative (Celmente et alii, 2019; Defilippo Shinzato et alii, 2019; Tucci and Giampaolotti, 2022), è da rilevare come la sua natura polisemica porti a rileggerne le caratteristiche in un contesto di relazioni che è cambiato e che sollecita a rivedere insieme categorie conoscitive e strumenti del progetto. Si tratta di costruire un ambiente operativo a molte dimensioni dove convivono e reagiscono insieme il vissuto quotidiano, il contesto fisico percepito e il mondo ideativo che collega l'immaginario di chi concepisce alle attese di chi fruisce.

In questo quadro di criticità si delinea il campo di applicazione, si definiscono le caratteristiche delle pratiche applicative (procedimenti ideativi, innesti disciplinari, strumenti operativi, tecnologie) insieme a una rinnovata epistemologia del progetto, nel quale i procedimenti ideativi, nella loro sostanza formale-spaziale, non possono essere disgiunti dalla loro natura di 'impresa cognitiva' e dal loro contenuto 'euristico sperimentale' (Squazzoni, 2003). Laddove è presente un linguaggio architettonico compiuto e una qualità compositiva dello spazio la misura dei nuovi interventi va attentamente trovata e calibrata. I codici operativi e le modalità conoscitive tradizionali del recupero in ambito urbano, che si applicano prevalentemente alla riqualificazione della materia artificiale di uno spazio fisico, non convergono su obiettivi quali adattabilità, responsività, resilienza (Frantzeskaki, 2019). Necessita pertanto rivedere una prassi progettuale consolidata, proponendo viceversa interventi integrati, misuratamente invasivi, che mantengano innanzitutto le qualità formali dello spazio architettonico trovato e potenzino la presenza di elementi puntuali a valenza naturalistico-ecosistemica (Fig. 4).

Alla natura viene attribuito un ruolo specifico in quanto portatrice di effetti autonomi dinamici in contrapposizione alla staticità dell'architettura, mentre lo spazio della piazza diviene il laboratorio della sperimentazione, dove progettare una nuova relazione fisiologica tra la natura, l'artificio e l'uomo (Scalisi and Ness, 2022). L'architettura e gli elementi della natura, in quanto parti numericamente amministrabili e anticipatrici di metamorfosi controllate, condividono un rapporto simbiotico, a volte anche mimetico, «[...] in cui entrano in gioco le dimensioni del tempo e della modificazione unitamente alla sostanza tecnologica e alle anticipazioni ideative del progetto, incorporando le condizioni della propria trasformabilità» (Falzetti, Macaione and Autili, 2022, p. 106).

L'orizzonte dei riferimenti attinge dal panorama di soluzioni e sperimentazioni che delineano

lo stato dell'arte (Dell'Acqua, 2020; Valente et alii, 2022), sia in campo sperimentale che nel dominio di prassi affermate nel panorama scientifico. In questo contesto si assumono le esperienze consolidate nell'ambito delle soluzioni e strategie basate sulla natura applicate al progetto urbano, abbracciando il campo delle forme di progettazione climatica, di SuDS (Sustainable Drainage Systems), nonché più in generale le (infra)strutture verdi e blu e i modelli di inverdimento urbano. Le NbS, che per definizione si ispirano o imitano elementi naturali per rispondere a un'esigenza di carattere prettamente funzionale, si considerano al-

ternative alle soluzioni di semplice inverdimento dalle quali si distinguono per la trasversalità delle conoscenze disciplinari e per l'integrabilità in 'sistemi multifunzionali' (Mussinelli et alii, 2018), capaci di concertare risposte adattive con significativi valori aggiunti, conseguenti alle sinergie e trasversalità di sistema (Fig. 5; Andaloro, de Waal, and Suurenbroek, 2022).

Inoltre tra le sperimentazioni promosse e incentivate nel quadro delle agende europee per lo sviluppo sostenibile (EU Horizon 2020 – Horizon Europe)¹, si considerano di particolare rilevanza e utilità anche gli approcci tassonomici, le guide,

i cataloghi e le piattaforme, quali ad esempio Nature4Cities (2018), Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)², A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience (World Bank, 2021) e Think Nature³ in quanto rappresentano un palinsesto tecnico-applicativo fondamentale nello scenario di una ricerca scientifica nel campo delle interazioni tra architettura e habitat.

La conoscenza di tipologie di intervento basate sulla natura o ispirate ad essa supporta l'obiettivo dichiarato di raggiungere determinate condizioni ecosistemiche e microclimatiche mitigative se non ottimali. I rapporti tra l'artificio e la natura, tra le sue forme anarchiche e il dominio razionale di quelle antropiche, tra tecnologia e vita vengono individuati e amministrati attraverso processi analitico-valutativi che aiutano a definire e schematizzare gli elementi fondamentali per la trasformazione (Ratti and Belleri, 2020).

Itinerari operativi | L'ipotesi di partenza secondo cui il ridotto utilizzo dei luoghi urbani indagati sia legato in misura determinante alle condizioni ambientali non favorevoli, viene verificato attraverso l'analisi sistematica e quantitativa degli aspetti climatici. Nel quadro dell'evoluzione operativa si attribuisce ruolo centrale a un set di variabili ambientali da assumere come punto di attenzione monitorabile, la cui combinazione è in grado di descrivere le caratteristiche climatiche del luogo indagato. Si delinea quindi un orizzonte operativo di strumenti progettuali che consentono di integrare con tali grandezze, al fine di determinare equilibri ecosistemici ottimali per l'essere umano rispetto alla sua natura biologica (Valenti and Pasquero, 2021).

Le menzionate variabili sono elaborate partendo da un approccio teorico che identifica, con un richiamo cosmogonico, quattro 'elementi' come principi di razionalità primigenia: acqua, aria, luce e terra. Essi sono assimilati a 'contenitori concettuali' che assorbono una duplice valenza: grandezze che governano un ecosistema quale microcosmo, correlate alle modalità con cui l'uomo e i sistemi viventi interagiscono con l'ambiente, e componenti essenziali per la materia del progetto. Gli elementi vengono posti in relazione con variabili fisiche pertinenti utilizzate nel contesto delle scienze climatiche alle quali corrispondono i singoli contenitori concettuali: umidità (acqua), ventilazione (aria), irraggiamento (luce) e temperatura superficiale (terra) consentono di avanzare nel processo conoscitivo mediante strumenti analitici quantitativi.

Per meglio chiarire le differenti modalità di misurazione atte a costruire il quadro analitico inerente alla mappatura delle variabili climatiche, si riporta come caso esemplificativo un'esperienza condotta dagli autori del presente contributo⁴ su una soluzione urbana di pregio architettonico, applicando simulazioni agli elementi finiti (FEM – Finit Element Method). Tramite rilevazioni e modellazione si è elaborato un modello/database caratterizzato mediante l'integrazione di dati geometrici (dimensionali e morfologici), proprietà fisiche dei materiali (albedo, calore specifico, permeabilità all'acqua, trasmittanza) e aspetti contestuali (localizzazione, orientamento, dati climatici).

Sul modello sono state effettuate simulazioni con diverse variabili ambientali e con differenti tem-



Fig. 1 | 'Ogni piccola cosa' exhibition (2021), designed by Andrea Rotili, Piazza del Popolo in Ascoli Piceno (credit: A. Rotili, 2023).

Fig. 2 | 'Sistema delle Piazze' in Gibellina Nuova, designed by Franco Purini; Piazza in Gratosoglio, designed by Cino Zucchi; Piazza in Bellinzona, designed by Livio Vacchini; 'Piazza del Municipio di Fiumicino,' designed by Alessandro Anselmi (credits: G. Minuto, 2023).

pi di ritorno, consentendo di prefigurare scenari rispetto alla previsione dei cambiamenti climatici. Le indagini sono state condotte utilizzando software per la modellazione e simulazione parametrica implementabili con approcci sperimentali (Energy Plus, Honeybee, Ladybug, Butterfly, OpenFOAM CFD), tramite i quali possono essere elaborate mappature microclimatiche, modelli di rete dei flussi d'aria, analisi dell'illuminazione e simulazioni avanzate della radiazione solare.

Per le finalità della presente trattazione assumono valore esemplificativo le elaborazioni grafiche, sviluppate in ambiente Rhino-Grasshopper tramite plugin Honeybee, della radiazione solare incidente agli equinozi ai solstizi e su base annuale, applicate al caso studio Il Sistema delle Piazze a Gibellina Nuova. Le simulazioni sono effettuate sul modello tridimensionale parametrico, discretizzando la pavimentazione secondo una maglia 0,5 x 0,5 metri e utilizzando i dati climatici desunti dal database Trapani-Birgi ITA. La lettura dei dati ottenuti evidenzia una condizione di criticità dovuta all'entità dell'irraggiamento diretto che, nel contesto geografico specifico del caso analizzato, comporta evidenti effetti negativi sulla vivibilità degli spazi (Figg. 6-8).

La mappatura delle aree di 'stress', relativa in questo caso all'irraggiamento solare diretto, costituisce una verifica su base quantitativa e si configura operativamente come supporto alla successiva definizione degli interventi mitigativi costituiti dall'intersezione dei due ambiti: quello scientifico delle variabili ambientali e quello tecnico-architettonico dei mezzi operativi del progetto, richiedendo un continuo controllo tra dato oggettivo e dato critico. Il processo progettuale si sviluppa così per fasi sequenziali, nelle quali il vasto orizzonte dei riferimenti che delineano il dominio delle sperimentazioni e delle soluzioni basate sulla natura richiede di selezionare strategie di intervento micro-invasive che incidano principalmente sul miglioramento degli aspetti climatici con effetti contenuti sulla materia 'architettónica'.

Una delle possibili soluzioni alla permeabilità del suolo è rappresentata ad esempio dalla 'desigillatura', una buona pratica condivisa ma non acriticamente applicabile ai contesti urbani di riferimento che reclamano un livello 'debole' di interferenza. Di fronte a opere che risultano caratterizzate da specifiche soluzioni, quali un distintivo disegno della pavimentazione, si può procedere con controllate micro-forature del manto che consentono di implementare strategie ecosistemiche dinamiche SuDS (drenaggio, raccolta ed evapotraspirazione, ecc.) rispettando la tessitura della superficie pavimentata come nell'applicazione sperimentale del Climate Tile nel quartiere Nørrebro di Copenhagen (Fig. 9; Farnè et alii, 2020).

Ulteriori azioni progettuali attuabili secondo una logica di integrazione 'controllata' degli interventi si sostanziano tramite alterazioni a-volumetriche delle caratteristiche 'cutanee' dell'opera, bio-metamorfosi di superfici verticali e orizzontali. Tali interventi possono attuarsi attraverso la realizzazione di pareti d'acqua, verde verticale/pensile, pavimentazioni inverdite, drenanti o fotocatalitiche, puntualmente calibrate nel contesto delle inderogabili ragioni di integrazione e dialogo con l'esistente (Dessi, 2018). Le strategie intuibili si concretizzano attraverso un approccio selettivo che, a partire dall'individuazione di specifiche su-

perfici, procede attraverso 'campiture controllate' con l'applicazione delle NbS individuate. In questo caso vengono prese in considerazione le pareti di edifici che definiscono i margini della piazza, attrezzate con installazioni vegetazionali (Höpfl et alii, 2022; Büscher, Polste and Klusmann, 2022; Comino, Molari and Dominici, 2021), dislivelli trasformati in pareti d'acqua attivabili selettivamente quando ricorrono determinate condizioni climatiche, così come porzioni di pavimentazione trasfigurabili integrando il disegno compositivo esistente con una ricchezza di nuovi rapporti e occasioni percettive (Fig. 10; Nature4Cities, 2018).

Le operazioni di desigillatura e inverdimento superficiale consentono per esempio di controllare variabili ambientali specifiche quali temperature superficiali, umidità, riflettività, e al contempo si integrano con strategie su più ampia scala di captazione, filtrazione e raccolta delle acque piovane, rafforzando anche sul piano eco-strategico la centralità della piazza (Dessi et alii, 2017).

Il vocabolario di azioni progettuali integrabili si estende oltre l'approccio meramente 'cutaneo'; gli interventi si dispiegano in questo caso come sovrapposizioni manifeste che, preservando una dichiarata distinguibilità dall'esistente, definiscono

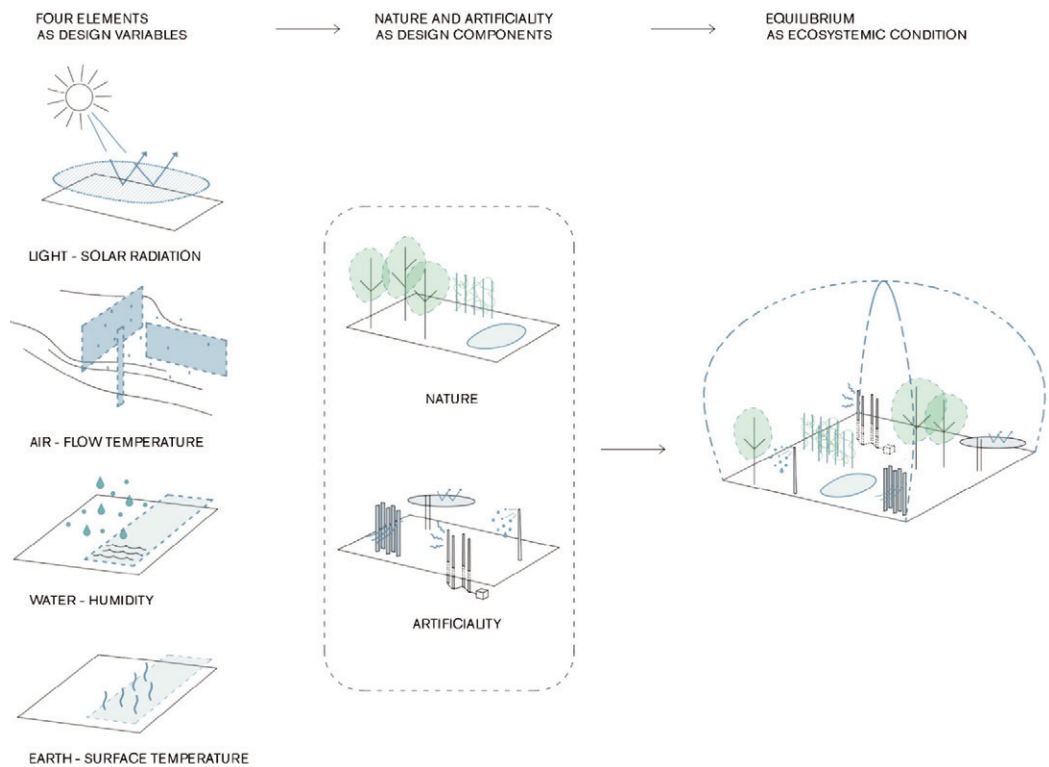
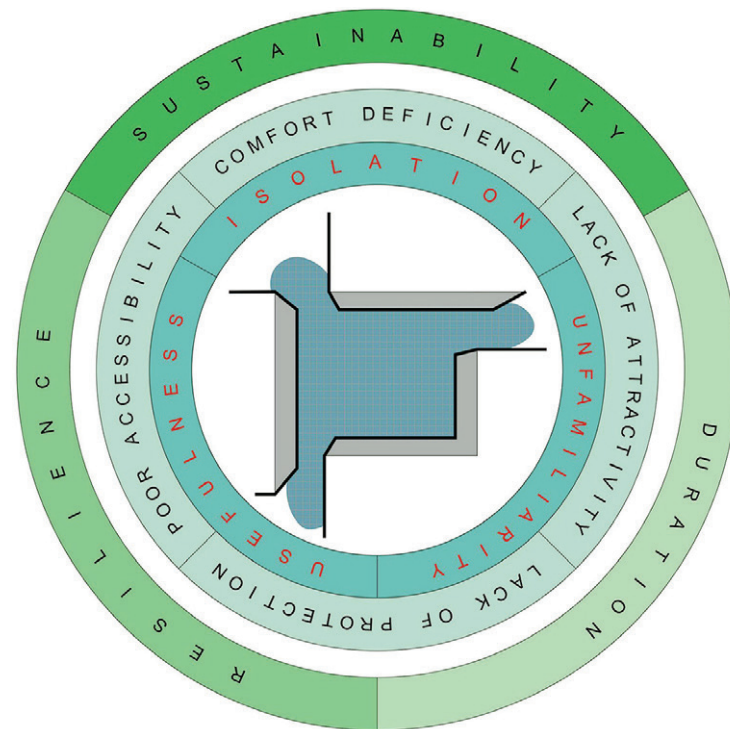


Fig. 3 | Conceptual model of the proposed rehabilitation process (credit: G. Minuto, 2023).

Fig. 4 | Overview of the operating model (credit: G. Minuto, 2023).

nuovi rapporti spaziali e morfologici con effetti tanto nel dominio del visibile quanto in quello delle variabili climatiche (Fig. 11).

Si fa riferimento a particolari soluzioni progettuali di tipo additivo che si inseriscono nello spazio della piazza in modo puntuale (piccoli giardini o aree con servizi ecosistemici) prevedendo l'integrazione di elementi vegetazionali, arredi e installazioni bio-tecnologiche, interventi multifocali nei quali le componenti menzionate sono integrate e dialoganti rispetto ai diversi livelli di interazione (fisica, morfologica, cromatica, funzionale) fornendo contemporaneamente, nello spettro di servizi ecosistemici, il miglioramento della qualità dell'aria, la gestione delle risorse idriche, la tutela della biodiversità e servizi per i cittadini. Queste si ritengono valide soluzioni in quanto, pur mantenendo una propria autonomia formale e funzionale sono assimilabili a micro-oasi urbane, portatrici di nuovi usi, forme e servizi climatici per una rinnovata centralità sociale della piazza (World Bank, 2021).

Nel contesto delle soluzioni conformi si assume un approccio permeabile all'adozione e rielaborazione di soluzioni mutuata dalla sfera delle tecnologie per il controllo ambientale ed energetico e, come nell'esempio del Taichung Jade MeteorPark di Philippe Rahm, si propone una gram-

matica di strumenti nei quali la tecnica diviene mezzo per consentire, nel dialogo con la natura, il controllo delle grandezze fisiche climatiche (Fig. 12). Diverse declinazioni di elementi 'tecnologici', dal low all'high-tech, si qualificano in base alla possibilità di instaurare specifiche interazioni con l'ambiente circostante e gli elementi naturali. La capacità di schermare o deviare la brezza, di modificare l'umidità o di interferire con la luce solare diventano caratteristiche qualificanti che, mediante la reciproca combinazione, consentono di delineare particolari condizioni, in sinergia con le attività biologiche della componente naturale affiancata (Scuderi, 2020).

È evidente che l'elaborazione di progetti per la rigenerazione dei luoghi esaminati deve necessariamente procedere per singoli interventi in relazione alla variabilità delle caratteristiche geografiche, climatiche, architettoniche e sociali dei contesti specifici. Il vasto e diversificato panorama di situazioni non può essere risolto esclusivamente mediante un repertorio di azioni standardizzate, ma richiede l'approfondimento specifico per ogni scenario di intervento. Si delinea un innovativo campo di ricerca in cui le soluzioni possibili vengono misurate seguendo una logica sperimentale che stimola una costante revisione e rielaborazio-

ne critica dello stato dell'arte con l'obiettivo di estendere la gamma di soluzioni e strategie basate sulla natura per l'applicazione su un vasto patrimonio di architetture urbane che, attraverso un processo di attualizzazione, possono ancora garantire un contributo significativo in termini di valore sociale ed ecologico.

Riflessioni conclusive | Nel panorama delle pratiche per il progetto e la rigenerazione degli spazi urbani, l'adozione di soluzioni basate sulla natura sta acquisendo crescente rilevanza, nella logica del conseguimento di traguardi legati all'ecologia, intesa come impegno culturale e operativo nei confronti della componente biologica e naturale dell'essere umano e il suo collocamento in uno stato di equilibrio con l'ambiente circostante. Nello scenario contemporaneo, segnato dall'imperativo della sostenibilità e della sfida climatica, emerge il rischio che l'applicazione aprioristica e generalizzata delle NbS releghi in un secondo piano la tutela di valori architettonici presenti, legittimando soluzioni esclusivamente legate a ragioni tecnico-specialistiche non conformi, se adottate in ambiti della città particolarmente vincolanti e sensibili come quelli presi in considerazione.

Le tipologie analizzate contengono un apprezzabile orizzonte di soluzioni progettuali, con diversi gradi di interazione e adattabilità: gli interventi mimetici quali le microforature, le soluzioni 'cutanee' superficiali o quelle più elaborate sia dal punto di vista formale che funzionale (giardini tascabili) evidenziano, attraverso la diversità dei risultati osservabili tra le esperienze internazionali, una flessibilità di soluzioni disponibili. Tale versatilità può essere interpretata come un elevato potenziale di adattamento al processo inventivo, volto a determinare sempre nuove soluzioni idonee alle specificità dei differenti contesti di applicazione.

Tuttavia dal contesto dei repertori analizzati emerge che l'ampia varietà di esperienze e soluzioni NbS riesce a soddisfare solo in parte l'obiettivo prefissato, riducendo le possibilità applicative. Tale scenario costituisce attualmente un limite, in quanto l'adozione di soluzioni pertinenti prelevate dal vasto repertorio non può essere sottoposta alle municipalità senza un processo, tutto da definire, di interazione tra forme, materiali e caratteristiche climatiche e ambientali, percorso complesso per la mancanza di uniformità dei parametri in gioco. Ragioni scientifiche e umanistiche si misurano in un serrato confronto all'interno di un processo che richiede l'interazione di diverse competenze disciplinari, in una condizione di trasversalità e complessità per il progetto. Si configura così un rinnovato quadro conoscitivo strutturato su rigorose matrici derivanti dall'interazione dei dati rilevati che fornisce un ulteriore strumento per la comprensione critica dei principi fondativi dell'oggetto architettonico sul quale intervenire e, quando possibile, per l'interlocuzione con gli autori dell'opera.

L'adottabilità di questo approccio è limitata, dunque, dall'acquisizione dei parametri oggettivi



Fig. 5 | Field Office, designed by Lango Hansen; Watersquare Bentheimlein, designed by De Urbanisten; Caixaforum – Green wall, designed by Patrick Blanc; 'Piazza Malatesta', designed by Laprimastanza; Vulcania Centre, designed by Atelier CAP (credits: G. Minuto, 2023).

utili a guidare la selezione e indicare le regole di applicabilità degli assunti iniziali procedendo con approfondimenti specifici volti a mettere a punto, mediante rielaborazione e calibrazione delle soluzioni disponibili conosciute, nuove tipologie di intervento più confacenti a quella programmatica visione trasformativa capace di assicurare contestualmente una nuova immagine e una specifica rigenerazione dello spazio urbano.

Tale esplorazione – che si colloca nell’intersezione tra forze differenti operanti nell’universo delle forme e in quello della realtà fisica, tra mimesi e manifestazione – ridefinisce gli strumenti per un mirato approccio al progetto di rigenerazione in chiave ecologica, favorendo una più coerente integrazione del nuovo con l’esistente, attraverso un confronto consapevole tra le multiformi espressioni della cultura architettonica moderna e contemporanea.

When in 1860 in the refectory of New College, Oxford, built in 1376, it was necessary to replace the large, deteriorated oak beams, a dilemma arose. Many centuries later there was the problem of how to replace them given their exceptional size, what material to use, and how to respect their image. However, in the estates owned, there was ‘an entire forest, planted 500 years earlier precisely to secure the timber needed to replace the roof carpentry’ (Magnago Lampugnani, 2022). The early builders had operated within a vision that we would now call ‘sustainable’. This distant story is a metaphor of our most up-to-date sensitivity on issues of ecological thinking and building, as it brings together the peremptory consistency of artifice, which is not eternal, with the pending resources of nature. It also reminds us of the importance of long-lasting predictions for the work of architecture, be it a building or, as in the case of this discussion, a ‘zero volume’ urban space.

Including the temporal dimension in the design of public space means taking into account its life cycles, uprooting oneself from the blocked time of the work to accommodate its mutations, measuring the readiness for changes, and opening up to new forms of sociality; in other words, what we commonly refer to as ‘resilience’ (Antonini, 2019), understood here, not only as a latent attribute of ‘architectural matter’ but as an operative alternative for a regeneration project. With these assumptions, the contribution intends to propose a reflection aimed at the resilience of modern squares with regard to their urban quality from an ecological perspective, starting from the assumption that the social purpose of well-being, safety and inclusion is closely related to and dependent on environmental conditions. Squares are vital spaces for citizens: if they cease to perform the function of daily attractors, of the shared common good, they produce unsustainable social impoverishment (Moniz et alii, 2022).

The essay focuses attention on the international heritage of qualified plazas built since the Second post-War period, which, while distinguished by the talent of designers and unquestionable architectural quality, are today poorly experienced, uncomfortable and unattractive. The objective is to identify, within the flexible strategies of sustainable design, codes of intervention and

good practices to regenerate those open spaces, which today no longer connote themselves as squares for the community, as places of sharing and belonging, since they have been subtracted from their original purpose; we are referring to spaces where accentuated aesthetic values do not intersect with adequate use values, with legitimate instances of thermal comfort and physical well-being. Places that, while marked by a singular poetic dimension, are identified with ‘a sense of abandonment as surrender and nostalgia with an attraction to emptiness contradicted by a pronounced agoraphobia’ (Purini, 1993; Figg. 1, 2).

In this specific survey of public space as city architecture, existing squares are thought of as a vital organism and as such subject to those pathological alterations that a new urban consciousness continually identifies. What is hoped for is a ‘genetic mutation’ that envisages a shift from the ‘metaphysical’ square to the square as an urban oasis, governed by community relations and balanced environmental conditions sustained by a non-invasive and measured use of natural components since only when it is capable of responding, adapting, to the reasons of sustainability and to measure itself against the multiple beneficial opportunities that nature can offer, can open-public space regenerate.

The solidarity of forms with the terrain (Gausa, 2022), with the measures of the settled surroundings, with the activities, with the legitimate expectations for an attractive, liveable, comfortable space constitutes an inescapable trace for the designer ‘placemaker’. This requires continually measuring the work with its architectural language, compositional constraints and subject matter, studying it and subjecting it to the verification of control parameters that become operational indicators for useful interventions to increase its level of resilience.

Specifically, the contribution delimits, first of all, the framework of the criticalities of authorial contemporary public spaces, highlighting the complexity of the relationship between the artificial and static physical space of the Square and the organic, living and changing substance of Nature, measuring the tightness of two different temporalities compared. It also addresses the aspects related to the generative processes of conforming and sustainable solutions of public spaces characterised by a recognized architectural quality opening a reflection on the traditional ways of knowledge and application in urban regeneration design.

From the point of view of experimental fallout, a hypothesis of interaction between two fundamental components is advanced: architectural qualitative characters and quantitative data such as flow, attendance, and permanence, computable through digital technologies, together with selected environmental indicators obtained from climate analysis models.

Critical issues and the path of inquiry | The negative response to the natural and spontaneous human propensity to experience some open places is recorded in this dissertation as a factor of estrangement and extraneousness, assuming that the climatic-environmental factor is a competing cause (De Capua and Errante, 2019). Scientific evidence regarding the effects of climate change documents the increased vulnerability of

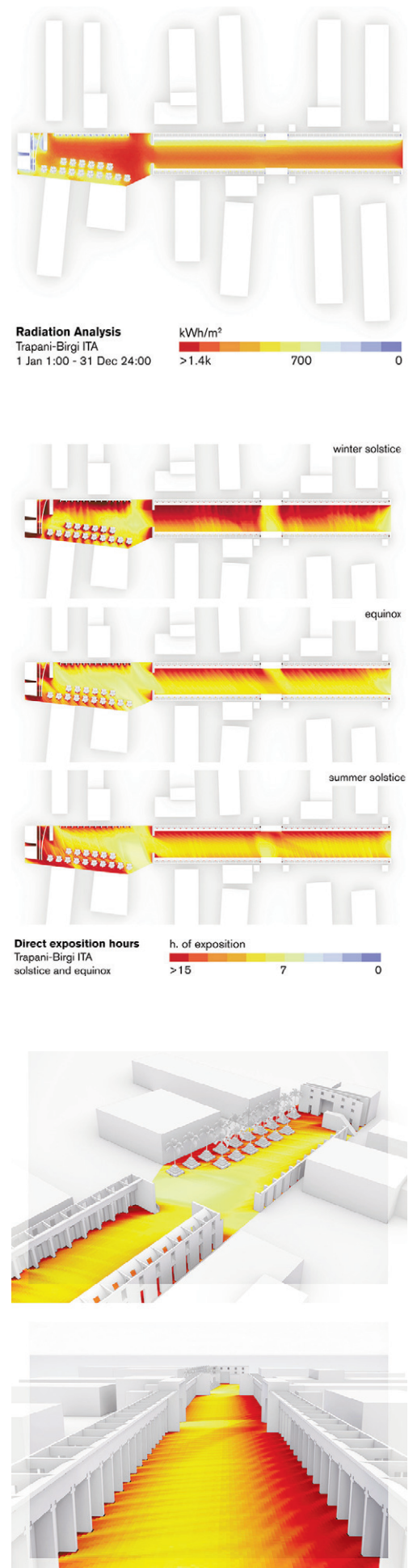


Fig. 6-8 | FEM simulations of climate variables, case study: ‘Sistema delle Piazze’ in Gibellina Nuova (credits: E. Galatolo, 2023).

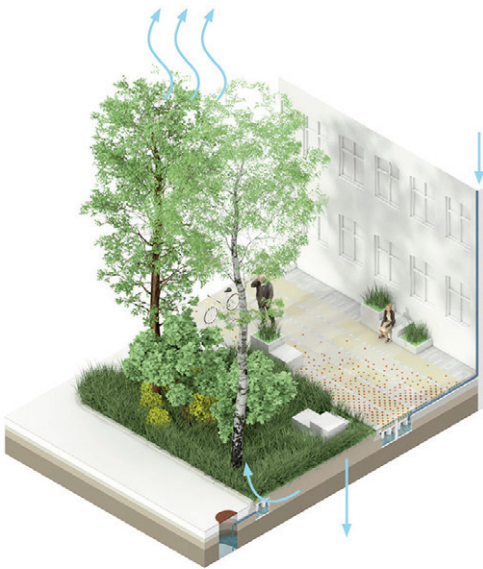


Fig. 9 | Climate Tile, Copenhagen, designed by Third Nature (credit: Third Nature).

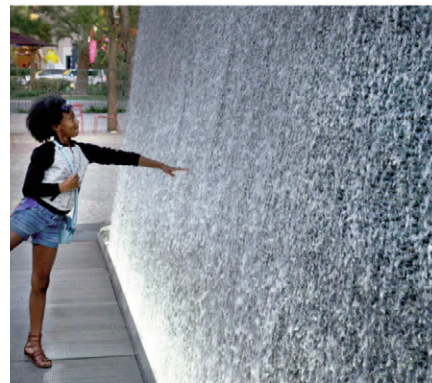


Fig. 10 | Climate Tile, Copenhagen, designed by Third Nature; NbS installation at the Belém Cultural Center, designed by Vittorio Gregotti; The Park, designed by Imelk; Parc Theodore Monod, designed by Jacqueline Osty (credits: G. Minuto).

urban areas compromising community interest and enjoyment of places (Losasso and Verde, 2020). In order to counter this phenomenon, actions are needed that introduce mitigation measures to prevent irreparable damage to the anthropic component of urban sustainability (European Commission, 2020).

The condition of vulnerability of public spaces, which cannot be eluded, is configured as an original datum that already discounts in advance the lack of attention to the physical-environmental values of the place by determining a distance, seemingly unbridgeable with the ecological challenges with which we are called to address today. That is why it is necessary to proceed by layering new levels dialoguing with the existing architecture, which assume the value of generating new forms of vitality in collaboration with living nature and its primary elements (Fig. 3).

The physical open space that humans have built is framed in the more articulated phenomenology of the environment, where the interactions between individuals/community and public place, between artificiality and biotic factors constitute the reference horizon, where the square is thought of in an evolutionary phase, as a local ecosystem capable of evolving and adapting (De Capua and Errante, 2019). The concept of an urban ecosystem, indicated as a goal, is linked to a condition of equilibrium, a state of synergy between design solutions capable of determining environmental conditions describable through the combination

of integrated multifunctional systems that provide resilience with respect to the variability of climatic boundary conditions (European Commission, 2020).

Taking for granted here the wide debate on public space, with regard to its physical-phenomenological characteristics and related interpretations (Clemente et alii, 2019; Defilippo Shinzato et alii, 2019; Tucci and Giampaolletti, 2022), it should be noted how its polysemous nature leads to rereading its characteristics in a context of relations that has changed and that urges to review together cognitive categories and tools of the project. It is a matter of constructing a multi-dimensional operating environment where the everyday experience, the perceived physical context, and the ideational world that connects the imagination of those who conceive to the expectations of those who use it coexist and react together.

Within this framework of criticality, the scope of application is delineated, the characteristics of application practices (conceptual procedures, disciplinary grafts, operational tools, technologies) are defined along with a renewed epistemology of the project, in which conceptual procedures, in their formal-spatial substance, cannot be separated from their nature as a 'cognitive endeavour' and their 'heuristic experimental' content (Squazzone, 2003). Where there is an accomplished architectural language and a compositional quality of space the measure of new interventions must be carefully found and calibrated. Traditional operational codes and cognitive modes of rehabilita-

tion in the urban context, which apply mainly to the redevelopment of the artificial matter of a physical space, do not converge on objectives such as adaptability, responsiveness, and resilience (Frantzakaki, 2019). There is therefore a need to revise an established design practice, proposing conversely integrated, measuredly invasive interventions that first and foremost maintain the formal qualities of the found architectural space and enhance the presence of point elements of naturalistic-ecosystemic value (Fig. 4).

Nature is given a specific role as the bearer of dynamic autonomous effects as opposed to the stillness of architecture, while the space of the square becomes the laboratory of experimentation, where to design a new physiological relationship between nature, artifice and man (Scalisi and Ness, 2022). Architecture and the elements of nature, as numerically administrable parts and anticipators of controlled metamorphosis, share a symbiotic, sometimes even mimetic relationship, «[...] in which the dimensions of time and modification come into play together with the technological substance and the creational previews of the project, incorporating the conditions of its transformability» (Falzetti, Macaione and Autili, 2022, p. 109).

The horizon of references draws from the solutions and experiments that outline the state of the art (Dell'Acqua, 2020; Valente et alii, 2022), both in the experimental field and in the domain of established practices in the scientific field. In this

context, we assume established experiences in the field of nature-based solutions and strategies applied to urban design, embracing the field of climate design forms, SuDS (Sustainable Drainage Systems), as well as more generally green and blue (infra)structures and urban greening models. NbS, which by definition are inspired by or mimic natural elements in response to a purely functional need, are seen as alternatives to simple greening solutions from which they are distinguished by the transversality of disciplinary knowledge and the integrability into 'multifunctional systems' (Mussinelli et alii, 2018), capable of concerting adaptive responses with significant added values resulting from system synergies and transversality (Fig. 5; Andaloro, de Waal, and Suurenbroek, 2022).

In addition, among the experiments promoted and incentivised within the framework of the European agendas for sustainable development (EU Horizon 2020 – Horizon Europe)¹, taxonomic approaches, guides, catalogues and platforms, such as Nature4Cities (2018), are also considered to be of particular relevance and usefulness, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)², A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience (World Bank, 2021) and Think Nature³ as they represent a fundamental technical-application palimpsest in the scenario of scientific research in the field of architecture-habitat interactions.

Knowledge of intervention typologies based on or inspired by nature supports the stated goal of achieving certain mitigative if not optimal ecosystem and microclimate conditions. Relationships between artifice and nature, between its anarchic forms and the rational dominance of anthropogenic ones, and between technology and life are identified and administered through analytical-evaluative processes that help define and schematise the fundamental elements for transformation (Ratti and Belleri, 2020).

Operational routes | The starting hypothesis that the reduced utilization of investigated urban places is crucially linked to unfavourable environmental conditions is verified through the systematic and quantitative analysis of climatic aspects. Within the framework of operational development, a central role is given to a set of environmental variables to be taken as a monitorable data, the combination of which is able to describe the climatic characteristics of an investigated place. Thus, an operational horizon of design tools is outlined to interact with these quantities in order to determine optimal ecosystem balances for human beings with respect to their biological nature (Valenti and Pasquero, 2021).

The mentioned variables are elaborated from a theoretical approach that identifies, with cosmogonic appeal, four 'elements' as principles of primal rationality: water, air, light and earth. They are likened to 'conceptual containers' that absorb a dual valence: quantities that rule an ecosystem as a microcosm, related to the ways in which hu-

mans and living systems interact with the environment, and essential components for the subject matter of the project. The elements are placed in relation to relevant physical variables used in the context of climate science to which the individual conceptual containers correspond: humidity (water), ventilation (air), irradiance (light) and surface temperature (earth) allow advancement in the cognitive process through quantitative analytical tools.

In order to better clarify the different measurement methods apt to build the analytical framework inherent to the mapping of climate variables, an experience conducted by the authors of this contribution⁴ on a valuable urban architecture, applying finite element simulations (FEM – Finite Element Method) is reported as an illustrative case. Through surveys and modelling, a characterised model/database was developed through the integration of geometric data (dimensional and

morphological), physical properties of materials (albedo, specific heat, water permeability, transmittance) and contextual aspects (location, orientation, climatic data).

Simulations were run on the model with different environmental variables and with different return times, allowing scenarios to be prefigured with respect to climate change prediction. The investigations were conducted using parametric modelling and simulation software that can be implemented with experimental approaches (Energy Plus, Honeybee, Ladybug, Butterfly, OpenFOAM CFD), through which microclimate mapping, air-flow network models, lighting analysis, and advanced solar radiation simulations can be developed. For the present discussion, the graphical elaborations, developed in the Rhino-Grasshopper environment through the Honeybee plugin, of the solar radiation incident at the equinoxes at the solstices and on an annual basis, applied to the



Fig. 11 | Superverde (2020), designed by Stefano Boeri Interiors (credit: Stefano Boeri Interiors).

Fig. 12 | Taichung Jade MeteoPark in Taiwan (2012), designed by Philippe Rahm: Sections of the Climatic Paths (credit: Philippe Rahm Architects).

Sistema delle Piazze in Gibellina Nuova case study assume illustrative value. The simulations are run on the parametric three-dimensional model, discretizing the pavement according to a 0.5 x 0.5-meter mesh and using climate data taken from the Trapani-Birgi ITA weather file. The reading of the data obtained shows a critical condition due to the amount of direct irradiation, which, in the specific geographical context of the case analysed, leads to obvious negative effects on the livability of the spaces (Fig. 6-8).

The mapping of the areas of stress-related, in this case, to direct solar radiation constitutes a verification on a quantitative basis and is operationally configured as support for the subsequent definition of the mitigation interventions constituted by the intersection of the two domains: the scientific one of environmental variables and the technical-architectural one of the project's operational means, requiring a continuous control between objective and critical data. The design process thus develops by sequential stages, in which the vast horizon of references delineating the domain of nature-based experiments and solutions requires selecting micro-invasive intervention strategies that mainly affect the improvement of climatic aspects with contained effects on the 'architectural' matter.

For example, one of the possible solutions to soil permeability is 'unsealing', a shared good practice but not uncritically applicable to urban reference contexts that claim a 'weak' level of interference. When faced with works that are characterised by specific solutions, such as a distinctive pavement design, one can proceed with controlled micro-drilling of the pavement that allows implementing dynamic SuDS ecosystem strategies (drainage, collection and evapotranspiration, etc.) while respecting the texture of the paved surface as in the experimental application of Climate Tile in Copenhagen's Nørrebro district (Fig. 9; Farnè et alii, 2020).

Further design actions that can be implemented according to a logic of 'controlled' integration of interventions are substantiated through volumetric alterations of the 'cutaneous' characteristics of the work, bio-metamorphosis of vertical and horizontal surfaces. Such interventions can be implemented through the creation of water walls, vertical greenery / wall surfaces, and greened, draining or photocatalytic pavements, punctually calibrated in the context of the inescapable reasons of integration and dialogue with the existing (Dessi, 2018). The intuitable strategies are realised through a selective approach, which, starting from the identification of specific surfaces, proceeds through 'controlled fields' with the application of the identified NbS. In this case, the walls of buildings defining the edges of the plaza are considered, equipped with vegetation installations (Höpfl et alii, 2022; Büscher, Polste and Klusmann, 2022; Comino, Molari and Dominici, 2021), unevennesses transformed into selectively activatable water walls when certain climatic conditions occur, as well as portions of pavement that can be transfigured by supplementing the existing compositional design with a wealth of new relationships and perceptual opportunities (Fig. 10; Nature4Cities, 2018). Surface unsealing and greening operations, for example, allow for the control of specific environmental variables such as surface

temperatures, humidity, and reflectivity, while at the same time integrating with larger-scale strategies of rainwater capture, filtration, and collection, also reinforcing the centrality of the square on an eco-strategic level (Dessi et alii, 2017). The vocabulary of integrable design actions extends beyond the merely 'cutaneous' approach; the interventions unfold here as manifest overlays that, while preserving a declared distinguishability from the existing, define new spatial and morphological relationships with effects in both the domain of the visible and the domain of climatic variables (Fig. 11).

Reference is made to particular additive design solutions that fit into the space of the square in a punctual manner (pocket gardens or areas with ecosystem services), providing for the integration of vegetation elements, furniture and biotechnological installations, multifocal interventions in which the mentioned components are integrated and dialogue with respect to different levels of interaction (physical, morphological, chromatic, functional), simultaneously providing, in the spectrum of ecosystem services, the improvement of air quality, management of water resources, protection of biodiversity and services for citizens. These are considered viable solutions in that, while maintaining their own formal and functional autonomy, they can be likened to urban micro-oases, carrying new uses, forms and climate services for a renewed social centrality of the square (World Bank, 2021).

In the context of compliant solutions, a permeable approach is taken to the adoption and reworking of solutions borrowed from the sphere of environmental and energy control technologies, and, as in the example of Philippe Rahm's Taichung Jade MeteoPark, a grammar of tools is proposed in which technology becomes a means of enabling, in dialogue with nature, the control of physical climatic quantities (Fig. 12). Different declinations of 'technological' elements, from low to high tech, are qualified by the possibility of establishing specific interactions with the surrounding environment and natural elements. The ability to screen or deflect breezes, modify humidity or interfere with sunlight become qualifying features that, through mutual combination, enable the delineation of particular conditions, in synergy with the biological activities of the flanking natural component (Scuderi, 2020).

It is evident that the development of projects for the regeneration of the places examined must necessarily proceed by specific interventions in relation to the variability of the geographical, climatic, architectural and social characteristics of the specific contexts. The vast and diverse panorama of situations cannot be resolved solely by a repertoire of standardised actions but requires an in-depth study specific to each intervention scenario. An innovative field of research is outlined in which possible solutions are measured following an experimental logic that stimulates constant revision and critical reworking of the state of the art with the aim of extending the range of nature-based solutions and strategies for application on a vast heritage of urban architectures that, through a process of actualization, can still guarantee a significant contribution in terms of social and ecological value.

Concluding reflections | Among the practices for the design and regeneration of urban spaces,

the adoption of nature-based solutions is gaining increasing relevance, in the logic of achieving ecological goals, understood as a cultural and operational commitment to the biological and natural component of human beings and its placement in a state of balance with the surrounding environment. In the contemporary scenario, marked by the imperative of sustainability and the climate challenge, there emerges the risk that the aprioristic and generalised application of NbS relegates the protection of present architectural values to a back seat, legitimizing solutions exclusively linked to non-compliant technical-specialist reasons, if adopted in areas of the city that are particularly constraining and sensitive, such as those under consideration.

The typologies analysed transfer an appreciable horizon of design solutions, with varying degrees of interaction and adaptability. Mimetic interventions such as micro-perforations, superficial 'cutaneous' solutions or more elaborate ones both formally and functionally (pocket gardens) highlight, through the diversity of results observable among international experiences, the flexibility of available solutions. Such versatility can be interpreted as a high potential for adaptation to the inventive process, aimed at always determining new solutions suitable for the specificities of different application contexts.

However, it appears from the analysed repertoires that the wide variety of NbS experiences and solutions only partially succeeds in fulfilling the intended objective, reducing the application possibilities. This scenario is currently a limitation, as the adoption of relevant solutions taken from the vast repertoire cannot be submitted to municipalities without a process, all to be defined, of interaction between forms, materials and climatic and environmental characteristics, a complex path given by the lack of uniformity of the parameters involved. Scientific and humanistic reasons are measured in a close confrontation within a process that requires the interaction of different disciplinary skills, in a condition of transversality and complexity for the project. Thus, a renewed cognitive framework is configured, structured on rigorous matrices derived from the interaction of surveyed data, which provides an additional tool for a critical understanding of the founding principles of the architectural object on which to intervene and, when possible, for interlocution with the authors of the work.

The adoptability of this approach is limited, therefore, by the acquisition of the objective parameters useful to guide the selection and indicate the rules of applicability of the initial assumptions by proceeding with specific insights aimed at fine-tuning, through reworking and calibration of the available known solutions, new types of intervention more suited to that programmatic transformative vision capable of simultaneously ensuring a new image and a specific regeneration of urban space.

Such an exploration – which lies at the intersection of different forces operating in the universe of forms and that of physical reality, between mimesis and manifestation – redefines the tools for a focused approach to regeneration design from an ecological perspective, fostering a more coherent integration of the new with the existing, through a conscious comparison of the multifarious expressions of modern and contemporary architectural culture.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the Authors. Nevertheless, the introductory paragraphs and ‘Critical issues and the path of inquiry’ are attributed to A. Falzetti, the paragraph ‘Operational routes’ to G. Minuto.

Notes

1) For more information, see: research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en [Accessed 12 April 2023].

2) For more information, see: cices.eu [Accessed 12 April 2023].

3) For more information, see: platform.think-nature.eu/content/thinknature-handbook [Accessed 12 April 2023].

4) This is the first preliminary experiment carried out as part of interdisciplinary research on ‘Progettazione Sostenibile in Ambiti Storici e di Pregio’ (Sustainable Design in Historic and Valuable Environments), not yet submitted for funding. The research is shared between the University of Rome ‘Tor Vergata’ and the Universidad Complutense de Madrid.

References

- Andaloro, B., de Waal, M. and Suurenbroek, F. (2022), “Lo spazio pubblico adattivo – Esplorare la transizione digitale per il benessere sociale e ambientale | Adaptive public spaces – Exploring digital transition for social and environmental benefit”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 68-75. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1262022 [Accessed 12 April 2023].
- Antonini, E. (2019), “Incertezza, fragilità, resilienza | Uncertainty, fragility, resilience”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 6-13. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/612019 [Accessed 12 April 2023].
- Büscher, L., Polster, R. and Klusmann, H. (2022), “Botanical concrete – Sperimentazione su substrati di calcestruzzo per l’inverdimento verticale | Botanical concrete – Experimentation on concrete substrates for vertical greening”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 266-273. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11242022 [Accessed 12 April 2023].
- Clemente, C., Palme, M., Mangiatordi, A., La Rosa, D. and Privitera, R. (2022), “Il verde urbano nella riduzione dei carichi di raffrescamento – Simulazioni nel clima Mediterraneo | Urban green areas in the reduction of cooling loads – Simulations in the Mediterranean climate”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 182-191. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11162022 [Accessed 12 April 2023].
- Comino, E., Molari, M. and Dominici, L. (2021), “La città che invita la natura – Progettare in collaborazione con il verde vertical | City that embraces nature – Designing with vertical greenery”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 112-123. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/9112021 [Accessed 12 April 2023].
- De Capua, A. and Errante, L. (2019), “Interpretare lo spazio pubblico come medium dell’abitare urbano | Interpreting public space as a medium for urban liveability”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 148-161. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6142019 [Accessed 12 April 2023].
- Defilippi Shinzato, T. M., Dueñas, A., Ccasani, J., García, V. and Morales, G. (2019), “Effetto della vegetazione urbana su dissipazione termica e inquinanti gassosi | Influence of the urban vegetation on thermal dissipation and gaseous pollutants”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 162-169. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6152019 [Accessed 12 April 2023].
- Dell’Acqua, F. (2020), “Città ed emergenze ambientali – Le Infrastrutture Verdi per il progetto urbano | Cities and environmental emergencies – Green Infrastructures for the urban project”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 74-81. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/872020 [Accessed 12 April 2023].
- Dessi, V. (2018), *REBUS | Progettare il comfort degli spazi pubblici*, vol. 8, Regione Emilia-Romagna. [Online] Available at: territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rebus08-progettare-comfort-spazi-pubblici-valentina-dessi [Accessed 12 April 2023].
- Dessi, V., Farnè E., Ravanello, L. and Salomoni, M. T. (2017), *Rigenerare la città con la natura – Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna. [Online] Available at: territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/pubblicazioni/rigenerare-la-citta-con-la-natura [Accessed 12 April 2023].
- European Commission – Directorate-General for Research and Innovation (2020), *Nature-Based Solutions – State of the Art in EU-funded Projects*. [Online] Available at: research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/nature-based-solutions-state-art-eu-funded-projects_en [Accessed 12 April 2023].
- Falzetti, A., Macaione, I. and Autili, V. (2022), “Ordine, Complessità, Misura – Il progetto tra architettura e natura | Order, Complexity and Nature – The project between architecture and nature”, in *Agathón – International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 104-113. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1192022 [Accessed 12 April 2023].
- Farnè, E., Lombardi, R., Pinoso, F., Poli, F., Ravanello, L. and Salomoni, M. T. (eds) (2018), *Liberare il suolo – Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana*, progetto SOS4life, Regione Emilia-Romagna. [Online] Available at: territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/pubblicazioni [Accessed 12 April 2023].
- Frantzeskaki, N. (2019), “Seven lessons for planning nature-based solutions in cities”, in *Environmental Science & Policy*, vol. 93, pp. 101-111. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033 [Accessed 12 April 2023].
- Gausa, M. (2022), “Topologie verdi e paesaggi oltre il paesaggio – 30 anni di ricerche avanzate sulla ibridizzazione del verde | Green topologies and landscapes beyond the land – A 30-years research on green hybridization”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 14-25. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1112022 [Accessed 12 April 2023].
- Höpfel, L., Pilla, D., Köhl, F., Burkhard, C., Lienhard, J. and Ludwig, F. (2022), “Tree-façades – Integrating trees in the building envelope as a new form of Façade Greening”, in Scalisi, F., Sposito, C. and De Giovanni, G. (eds), *On Sustainable Built Environment between Connections and Greenery*, Palermo University Press, Palermo, pp. 192-213. [Online] Available at: doi.org/10.19229/978-88-5509-446-7/112022 [Accessed 12 April 2023].
- Losasso, M. and Verde, S. (2020), “Strategie progettuali di adattamento urbano ed edilizio in scenari di multirischio ambientale | Design strategies for urban and building adaptation in environmental multi-risk scenarios”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 64-73. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/862020 [Accessed 12 April 2023].
- Magnago Lampugnani, V. (2022), “Sostenibilità e durata | Sustainability and duration”, in *Casabella*, vol. 939, pp. 2-5.
- Moniz, G. C., Andersson, I., Hilding-Hamann, K. E., Mateus, A. and Nunes, N. (2022), “Inclusive Urban Regeneration with Citizens and Stakeholders – From Living Labs to the URBiNAT CoP”, in Mahmoud, I. H., Morello, E., Lemes de Oliveira, F. and Geneletti, D. (eds), *Nature-based Solutions for Sustainable Urban Planning – Contemporary Urban Design Thinking*, Springer, Cham, pp. 105-146. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-89525-9_5 [Accessed 12 April 2023].
- Mussinelli, E., Tartaglia, A., Bisogni, L. and Malcevski, S. (2018), “Il ruolo delle Nature-Based Solution nel progetto architettonico e urbano | The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 15, pp. 116-123. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-22112 [Accessed 12 April 2023].
- Nature4Cities (2018), *D1.1 – NBS multi-scalar and multi-thematic typology and associated database*. [Online] Available at: cordis.europa.eu/project/id/730468/results [Accessed 12 April 2023].
- Purini, F. (1993), “Corpi ambientali virtuali”, in *Casabella*, vol. 597-598, pp. 80-83.
- Ratti, C. and Belleri, D. (2020), “Verso una cyber-ecologia | Towards a cyber ecology”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 8-19. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/812020 [Accessed 12 April 2023].
- Scalisi, F. and Ness, D. (2022), “Simbiosi tra vegetazione e costruito – Un approccio olistico, sistemico e multilivello | Symbiosis of greenery with built form – A holistic, systems, multi-level approach”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 26-39. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1122022 [Accessed 12 April 2023].
- Scuderi, M. (2020), *Philippe Rahm Architects – Constructed atmospheres – Architectural as meteorological design*, Postmedia Books, Milano.
- Squazzoni, F. (2003), “La progettazione come processo euristico sperimentale e il ruolo degli strumenti tecnologici nelle organizzazioni complesse”, in Gemelli, G. and Squazzoni, F. (eds), *NEHS/Nessi – Istituzioni, mappe cognitive e culture del progetto tra ingegneria e scienze umane*, Baskerville, Bologna, pp. 243-290.
- Tucci, F. and Giampaolletti, M. (2022), “Soluzioni green per la sottrazione e lo stoccaggio di carbonio nei distretti urbani | Green solutions for removing and storing carbon in urban districts”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 202-213. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11182022 [Accessed 12 April 2023].
- Valente, R., Losco, S., Bosco, R. and Giacobbe, S. (2022), “Il progetto di infrastrutture verdi per le acque piovane – Note di metodo da un caso studio | Green stormwater infrastructures research through design – Method notes from a case study”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 192-201. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11172022 [Accessed 12 April 2023].
- Valenti, A. and Pasquero, C. (2021), “La seconda vita dei micro organismi – Il design bi-digitale per una nuova ecologia dello spazio e del comportamento | The second life of micro-organisms – Bio-digital design for a new ecology of space and behaviour”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 42-53. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/942021 [Accessed 12 April 2023].
- World Bank (2021), *A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience*, World Bank Group, Washington (DC). [Online] Available at: hdl.handle.net/10986/36507 [Accessed 12 April 2023].