

11
2022

AGATHÓN
International Journal
of Architecture, Art and Design

ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X

Scientific Directors

GIUSEPPE DE GIOVANNI, CESARE SPOSITO (University of Palermo, Italy)

Managing Director

MICAELA MARIA SPOSITO

International Scientific Committee

ALFONSO ACOCCELLA (University of Ferrara, Italy), **JOSE BALLESTEROS** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **ROBERTO BOLOGNA** (University of Firenze, Italy), **TAREK BRIK** (University of Tunis, Tunisia), **TOR BROSTRÖM** (Uppsala University, Sweden), **JOSEP BURCH I RIUS** (University of Girona, Spain), **ALICIA CASTILLO MENA** (Complutense University of Madrid, Spain), **JORGE CRUZ PINTO** (University of Lisbon, Portugal), **MARIA ANTONIETTA ESPOSITO** (University of Firenze, Italy), **EMILIO FAROLDI** (Polytechnic University of Milano, Italy), **GIOVANNI FATTA** (University of Palermo, Italy), **FRANCISCO JAVIER GALLEGO ROCA** (University of Granada, Spain), **PIERFRANCO GALLIANI** (Polytechnic University of Milano, Italy), **JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **MOTOMI KAWAKAMI** (Tama Art University, Japan), **WALTER KLASZ** (University of Art and Design Linz, Austria), **INHEE LEE** (Pusan National University, South Korea), **MARIO LOSASSO** ('Federico II' University of Napoli, Italy), **MARIA TERESA LUCARELLI** (Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy), **RENATO TEOFILO GIUSEPPE MORGANTI** (University of L'Aquila, Italy), **OLIMPIA NIGLIO** (Hokkaido University, Japan), **MARCO ROSARIO NOBILE** (University of Palermo, Italy), **ROBERTO PIETROFORTE** (Worcester Polytechnic Institute, USA), **CARMINE PISCOPO** ('Federico II' University of Napoli, Italy), **PAOLO PORTOGHESI** ('Sapienza' University of Roma, Italy), **PATRIZIA RANZO** ('Luigi Vanvitelli' University of Napoli, Italy), **DOMINIQUE ROUILLARD** (National School of Architecture Paris Malaquais, France), **LUIGI SANSONE** (Art Reviewer, Milano, Italy), **ANDREA SCIASCIA** (University of Palermo, Italy), **FEDERICO SORIANO PELAEZ** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **BENEDETTA SPADOLINI** (University of Genova, Italy), **CONRAD THAKE** (University of Malta), **FRANCESCO TOMASELLI** (University of Palermo, Italy), **MARIA CHIARA TORRICELLI** (University of Firenze, Italy)

Editor-in-Chief

FRANCESCA SCALISI (DEMETRA Ce.Ri.Med., Italy)

Editorial Board

MARIO BISSON (Polytechnic University of Milano, Italy), **TIZIANA CAMPISI** (University of Palermo, Italy), **CLICE DE TOLEDO SANJAR MAZZILLI** (University of São Paulo, Brazil), **GIUSEPPE DI BENEDETTO** (University of Palermo, Italy), **ANA ESTEBAN-MALUENDA** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **RAFFAELLA FAGNONI** (IUAV, Italy), **ANTONELLA FALZETTI** ('Tor Vergata' University of Roma, Italy), **RUBÉN GARCÍA RUBIO** (Tulane University, USA), **MANUEL GAUSA** (University of Genova, Italy), **PILAR CRISTINA IZQUIERDO GRACIA** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **PEDRO ANTÓNIO JANEIRO** (University of Lisbon, Portugal), **MASSIMO LAURIA** (Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy), **INA MACAIONE** (University of Basilicata, Italy), **FRANCESCO MAGGIO** (University of Palermo, Italy), **ELODIE NOURRIGAT** (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Montpellier, France), **ELISABETTA PALUMBO** (University of Bergamo, Italy), **FRIDA PASHAKO** (Epoka University of Tirana, Albania), **JULIO CESAR PEREZ HERNANDEZ** (University of Notre Dame du Lac, USA), **PIER PAOLO PERRUCCIO** (Polytechnic University of Torino, Italy), **ROSA ROMANO** (University of Firenze, Italy), **MONICA ROSSI-SCHWARZENBECK** (Leipzig University of Applied Sciences, Germany), **DARIO RUSSO** (University of Palermo, Italy), **MARCO SOSA** (Zayed University, United Arab Emirates), **ZEILA TESORIERE** (University of Palermo, Italy), **ANTONELLA TROMBADORE** (World Renewable Energy Network, UK), **ANTONELLA VIOLANO** ('Luigi Vanvitelli' University of Campania, Italy), **GASPARE MASSIMO VENTIMIGLIA** (University of Palermo, Italy), **ALESSANDRA ZANELLI** (Polytechnic University of Milano, Italy)

Assistant Editor

SANTINA DI SALVO (DEMETRA Ce.Ri.Med.)

Graphic Designer

MICHELE BOSCARINO

Executive Graphic Designer

ANTONELLA CHIAZZA, PAOLA LA SCALA

Web Editor

PIETRO ARTALE

Il Journal è stampato con il contributo degli Autori che mantengono i diritti sull'opera originale senza restrizioni.

The Journal is published with fund of the Authors whom retain all rights to the original work without any restrictions.

AGATHÓN adotta il sistema di revisione del double-blind peer review con due Revisori che, in forma anonima, valutano l'articolo di uno o più Autori. I saggi nella sezione 'Focus' invece non sono soggetti al suddetto processo di revisione in quanto a firma di Autori invitati dal Direttore Scientifico nella qualità di esperti sul tema.

The AGATHÓN Journal adopts a double-blind peer review by two Referees under anonymous shape of the paper sent by one or more Authors. The essays on 'Focus' section are not subjected to double-blind peer review process because the Authors are invited by the Scientific Director as renowned experts in the subject.

AGATHÓN è stata inclusa nella lista ANVUR delle riviste di classe A per l'area 08 e i settori 08C1, 08D1, 08E1 e 08E2 a partire dal volume 1 del 2017.

AGATHÓN has been included in the Italian ANVUR list of A Class journals for area 08 and sectors 08C1, 08D1, 08E1 and 08E2 starting from January 2017.

AGATHÓN | International Journal of Architecture Art and Design

Issues for year: 2 | ISSN print: 2464-9309 | ISSN online: 2532-683X

Registrazione n. 12/2017 del 13/07/2017 presso la Cancelleria del Tribunale di Palermo

Registration number 12/2017 dated 13/07/2017, registered at the Palermo Court Registry

Editorial Office

c/o DEMETRA Ce.Ri.Med. | Via Alloro n. 3 | 90133 Palermo (ITA) | E-mail: redazione@agathon.it

Promoter

DEMETRA Ce.Ri.Med.

Centro Documentazione e Ricerca Euro-Mediterranea | Euro-Mediterranean Documentation and Research Center

Publisher

Palermo University Press | Via Serradifalco n. 78 | 90145 Palermo (ITA) | E-mail: info@newdigitalfrontiers.com

Finito di stampare nel Giugno 2022 da

Printed in June 2022 by

FOTOGRAF s.r.l. | viale delle Alpi n. 59 | 90144 Palermo (ITA)

Per le attività svolte nel 2021 relative al double-blind peer review process, si ringraziano i seguenti Revisori:

As concern the double-blind peer review process done in 2021, we would thanks the following Referees:

EMANUELE WALTER ANGELICO (University of Palermo), LAURA ANSELMI (Polytechnic University of Milano), ERNESTO ANTONINI (University of Bologna), EUGENIO ARBIZZANI ('Sapienza' University of Roma), VENANZIO ARQUILLA (Polytechnic University of Milano), LAURA BALDUCCO ('Iuav' University of Venezia), GINEVRA BALLETO (University of Cagliari), ADOLFO BARATTA (University of Roma Tre), ANTONINO BENINCASA (University of Bolzano), STEFANO BRUSAPORCI (University of L'Aquila), RICCARDO BUTINI (University of Firenze), DANIELA CALABI (Polytechnic University of Milano), ELIANA CANGELLII ('Sapienza' University of Roma), MARIA RITA CANINA (Polytechnic University of Milano), RENATO CAPOZZI ('Federico II' University of Napoli), ANNA CATANIA (University of Palermo), GIOVANNI CONTI (Polytechnic University of Milano), VINCENZO CRISTALLO ('Sapienza' University of Roma), PIETRO MARIA DAVOLI (University of Ferrara), VALERIA D'AMBROSIO ('Federico II' University of Napoli), VERONICA DAL BUONO (University of Ferrara), ALBERTO DE CAPUA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria), PAOLA DE JOANNA ('Federico II' University of Napoli), BARBARA DEL CURTO (Polytechnic University of Milano), GIUSEPPE FALLACARA (Polytechnic University of Bari), CINZIA FERRARA (University of Palermo), VITTORIO FIORE (University of Catania), MARIA LUISA GERMANÀ (University of Palermo), MATTEO LEVA (Polytechnic University of Bari), LORENZO IMBESI ('Sapienza' University of Roma), MATTEO INGARAMO (Polytechnic University of Milano), ANTONINO LABALESTRA (Polytechnic University of Bari), RENZO LECARDANE (University of Palermo), ROBERTO LIBERTI ('Luigi Vanvitelli' University of Campania), LUCIANA MACALUSO (University of Palermo), CARLO MARTINO ('Sapienza' University of Roma), MARTINO MILARDI ('Mediterranea' University of Reggio Calabria), LUIGI MOLLO ('Luigi Vanvitelli' University of Campania), MASSIMO MUSIO-SALE (University of Genova), ELENA MUSSINELLI (Polytechnic University of Milano), INGRID PAOLETTI (Polytechnic University of Milano), SILVIA PERICU (University of Genova), CLAUDIO PIFERI (University of Firenze), MATTEO POLI (Polytechnic University of Milano), RICCARDO POLLO (Polytechnic University of Torino), FABIO QUICI ('Sapienza' University of Roma), GIUSEPPE RIDOLFI (University of Firenze), MARCO SALA (University of Firenze), PAOLA SCALA ('Federico II' University of Napoli), DARIO SCODELLER (University of Ferrara), ANTONELLO MONSÙ SCOLARO (University of Sassari), PAOLO TAMBORRINI (Polytechnic University of Torino), ENZA TERSIGNI ('Federico II' University of Napoli), FRANCESCA THIEBAT (Polytechnic University of Torino), DAVIDE TURRINI (University of Ferrara), ALBERTO ULISSE ('Gabriele D'Annunzio' University of Chieti-Pescara), CALOGERO VINCI (University of Palermo), THEO ZAFFAGNINI (University of Ferrara), IVAN ZIGNEGO (University of Genova).

Strategie ecosistemiche e infrastrutture verdi in simbiosi con il costruito
Ecosystem strategies and green infrastructures in symbiosis with the built environment

Il numero 11 di AGATHÓN raccoglie saggi, studi, ricerche e progetti sul tema Vegetazione | La sua Simbiosi con il Costruito richiamando il ruolo che la Natura in generale e la Vegetazione in particolare possono svolgere nel breve periodo per affrontare l'attuale sfida del surriscaldamento globale e dei cambiamenti climatici causati da deforestazioni e incendi boschivi, urbanizzazioni selvagge, uso indiscriminato di materie prime non rinnovabili e incremento delle emissioni di anidride carbonica, tutti fattori che determinano un impatto devastante sul nostro ormai fragile ecosistema, sulla società e sull'economia. Se Simon aveva intuito già nel 1969 il potenziale di una 'nuova ecologia' in cui componenti animati e inanimati dell'ambiente costruito concorrono a caratterizzare un paesaggio 'unificato', gli studi di Beynus (2002) costituiscono un patrimonio di conoscenze utile alla rigenerazione consapevole e responsabile dell'ambiente costruito: nel corso dei millenni la Natura ha infatti perfezionato strategie e soluzioni, processi e meccanismi per adattarsi alle diverse condizioni climatiche e fisiche attraverso la razionalizzazione dell'utilizzo di materia e di energia ottimizzando gli scambi metabolici di tipo materiale e immateriale.

Mentre il Movimento Moderno ha considerato paesaggio, urbanistica, architettura e design come discipline separate, nel nuovo millennio si rileva uno 'spostamento scalare' in cui esse sono assunte come parti di un sistema territoriale unificato nel quale si è chiamati a superare l'antropocentrismo e a progettare per l'uomo e per le altre forme viventi, in un rapporto di profonda conoscenza e comprensione delle traiettorie e dei bisogni reciproci degli esseri umani e non umani (Tesoriere, 2020). La relazione tra le parti del sistema assume un'importanza nevralgica quando adottiamo una visione più ampia e sistemica, supportata da un approccio olistico e partecipativo (Otto, 2008); le tecnologie digitali possono supportare questa 'doppia convergenza' verso una 'ecologia cibernetica', consentendoci di vedere il mondo naturale e quello artificiale come un unicum (Ratti and Belleri, 2020).

I nuovi metabolismi urbani, soprattutto quelli delle grandi città che le Nazioni Unite definiscono 'centrali della crescita economica' (UN, 2022), sono individuati dalla letteratura scientifica come una delle principali cause del cambiamento climatico e dell'emergenza ambientale e al tempo stesso il luogo principe in cui impiegare soluzioni basate sulla natura, come se queste ultime da sole siano in grado di generare città più sane e più vivibili e risolvere la condizione di emergenza che investe il nostro Pianeta. È opinione consolidata (Pao and Chen, 2019) che la soluzione al problema ambientale è rappresentata da un nuovo paradigma fondato sul disaccoppiamento di crescita economica, impatto ambientale e consumo delle risorse, secondo un nuovo modello economico circolare capace di garantire uno stesso livello di produttività economica con una sensibile riduzione dello sfruttamento delle risorse primarie non rinnovabili. Nell'attesa, una delle soluzioni più promettenti è offerta da una nuova visione eco-sistemica capace di integrare natura e città, eco-struttura e infra-struttura, tecnologia, topografia e topologia, 're-naturalizzando' le preesistenze, il connettivo, gli spazi di risulta, i vuoti urbani e le aree di margine attraverso nuovi repertori spaziali e architettonici ibridi, tessuti urbani, maglie e geometrie più permeabili, flessibili, fluidi e organici legati alle dinamiche proprie di un ambiente in continua mutazione e alle sue manifestazioni multi-scalari (Gausa, 2022) attraverso una vegetazione declinata in tutte le sue differenti sfumature, valenze o gradienti forestali, arbustivi, agricoli ma anche vegetali e minerali, con un approccio olistico, multiscale e trasversale. In questo modo si potrà favorire il passaggio da un'ecologia difensiva a un'ecologia proattiva e tecnoperformativa, come nel caso del Deep Green di Guatemala City con il quale ecoLogicStudio sviluppa un Masterplan ecologico che, in un'ottica di metabolismo urbano integrato e simbiotico e attraverso intelligenza artificiale e algoritmi, consente di definire scenari e strategie per potenziare le infrastrutture biologiche, metabolizzare l'inquinamento atmosferico, gestire rifiuti, sistema idrico e carbon trading e produrre energia rinnovabile (Scalisi and Ness, 2022), tutti servizi ecosistemici capaci di produrre vantaggi e servizi per l'uomo e l'ecosistema.

In Europa nell'ultimo ventennio la vegetazione è divenuta un elemento essenziale della pianificazione a scala metropolitana e comunale – come dimostrato dai noti All London Green Grid (Greater London Authority, 2012) e Pla Director di Barcellona del 2019 (Àrea Metropolitana de Barcelona, 2020) e dai Piani di Valencia, Madrid, Amsterdam e Parigi – con azioni che prevedono la valorizzazione di foreste urbane e grandi parchi periferici da collegare con le aree centrali attraverso un sistema di corridoi verdi con mobilità sostenibile e vegetazione folta e stratificata, caratterizzata da specie diverse piantumate su lingue verdi permeabili e attrezzate come zone di sosta, ristoro e socializzazione; su questo sistema arterioso principale solitamente se ne innesta uno secondario con aree verdi macro-medie-piccole-micro le cui funzioni sono prevalentemente ricreative (pocket-park, aree attrezzate, ecc.) o ecologiche (orti urbani e comunitari, aree di forestazione, ecc.). Parallelamente, da un lato si promuovono iniziative di urbanistica tattica che mirano a superare il limite di disponibilità economica dell'intervento pubblico attraverso contesti di sperimentazione partecipata (quali i Living Labs di Torino) con soluzioni co-progettate e adattate alle esigenze della città e dei suoi cittadini (Barbero, Giraldo Nohra and Campagnaro, 2022) o come nel caso della Municipalità di Parigi e de Le Permis de Végétaliser (Ville de Paris, 2021), uno strumento che dal 2015 consente ai cittadini, previa autorizzazione e ricezione di un toolkit iniziale, di rimuovere la pavimentazione per fare giardinaggio o posizionare fioriere su aree pubbliche e comuni, dall'altro prendono campo studi sui centri storici, come quello di Milano, nei quali i limiti imposti da densità, vincoli di tutela e complessità morfologiche spostano le azioni di inverdimento dalle aree pubbliche agli spazi privati e in particolare a corti, cortili e facciate cieche.

Negli ultimi anni si sono consolidate le discipline dell'Urban Health e dell'Healthy Urban Planning che mettono in relazione la salute delle popolazioni con gli ambienti urbani in cui vivono (Moscatò and Poscia, 2015) e hanno visto la luce anche importanti manifesti culturali: 'the self-sufficient city' (Guallart, 2014) che promuove tecnologie localizzate per la produzione di energia da fonti rinnovabili e da rifiuti, la gestione e il riciclo dell'acqua piovana, la trasformazione delle materie prime in oggetti utili e la coltivazione di cibo tramite serre sulle coperture piane. Il tutto gestito collettivamente dall'IoT attraverso sensori, attivatori, sistemi informatici e interfacce user-friendly all'interno di una rete con omologhi di prossimità per dar vita a una infrastruttura urbana resiliente, interconnessa, multilivello e flessibile; il Manifesto per una Pianificazione Ecosistemica di Città e Metropoli di Salvador Rueda (Rueda-Palenzuela, 2019), proposto per il nuovo Piano della Mobilità Urbana di Barcellona, con i suoi 'super blocchi' o 'macro-isolati' (Superilles) che limitano al loro perimetro la maggior parte del traffico veicolare privato e pubblico e garantiscono all'interno una viabilità sostenibile, aree di sosta per i pedoni, piazze e consistenti aree a verde (incrementate del 91%) in cui valorizzare la biodiversità; la 'ville du quart d'heure' di Carlos Moreno (2020) che rielabora il concetto di prossimità per il quartiere nel quale devono essere garantite sei funzioni indispensabili (vivere, lavorare, fornire, prendersi cura, apprendere e divertirsi); infine il 'wood urbanism' (Ibañez, Hutton and Moe, 2019) per il quale il legno ingegnerizzato, con le sue proprietà fisiche e meccaniche, le caratteristiche affini ai principi della bioeconomia circolare e le potenzialità per sequestrare il carbonio è assunto come materiale primario per gli edifici e le città del futuro.

Le aree verdi urbane costituiscono un importante strumento per mettere in pratica i principi di 'resilience management' della città contemporanea e quindi per contrastare gli effetti del cambiamento che agiscono in combinato con i fattori di vulnerabilità specifici del territorio e determinano impatti e rischi per persone e cose, attività economiche ed ecosistemi, strutture e trasporti; tuttavia la capacità di fornire benefici di tipo 'ambientale' è funzione sia del loro potenziale ecologico sia del loro corretto inserimento all'interno di una rete infrastrutturale verde più ampia. Questo è il focus delle ricerche pubblicate sul volume, alcune delle quali si indirizzano verso il metaprogetto con la messa a punto di strumenti GIS capaci di strutturare modelli gerarchici utili a mappare l'efficienza ecologica delle aree verdi esistenti e a configurare gli elementi portanti di una potenziale rete di elementi naturali in relazione alla tipologia di servizi ecosistemici richiesti, per valutare ad esempio gli scenari di impatto all'ondata di calore nel medio e lungo termine sulla popolazione più fragile (D'Ambrosio, Di Martino and Rigillo, 2022). Altre ricerche indagano il potenziale di risparmio energetico e di riduzione dei consumi indoor nel clima Mediterraneo (Clemente et alii, 2022) per indirizzare pratiche sostenibili di rigenerazione urbana attraverso la messa a dimora di vegetazione negli spazi aperti disponibili intorno agli edifici con effetti ombreggianti in relazione alla tipologia e alle caratteristiche tecniche degli edifici, alla morfologia e densità dei tessuti urbani e degli spazi all'aperto e alle specie arboree inserite (valutandone gli aspetti dimensionali, di crescita, di manutenzione, la necessità di acqua e la permeabilità solare).

Altre ricerche ancora indagano sulla forestazione urbana e sulla capitalizzazione dello stock di risorse naturali con l'obiettivo primario di contribuire al dimezzamento delle emissioni di carbonio entro il 2030 e pervenire alla neutralità carbonica entro il 2050. È il caso di una ricerca (Tucci and Giampaoletti, 2022) che con l'introduzione di indici tassonomici specifici di stoccaggio del carbonio mette a fuoco strategie rilevanti nel campo delle soluzioni green per incrementare il benessere ambientale nei quartieri di edilizia residenziale pubblica della Città metropolitana di Roma Capitale, illustrando una proposta progettuale di riforestazione urbana integrata con quella complessiva di rigenerazione di quell'area della Capitale attraverso il potenziamento di specie autoctone e ad alta capacità di mitigazione ambientale, incremento delle aree umide e valorizzazione degli spazi aperti. Il volume mette poi in luce le potenzialità della micro-forestazione rispetto a interventi più strutturati come la forestazione, definibile una 'NbS agile' capace di agevolare i processi di transizione verso la sostenibilità urbana (Frantzeskaki and Rok, 2018) poiché più agevole da attuare grazie a tempi più rapidi, spazi più circoscritti, minore manutenzione e costi di esercizio ridotti. Tali interventi possono essere particolarmente indicati per la rigenerazione del sistema costiero che può avvalersi delle aree portuali per limitare gli effetti del calore urbano in regime estivo, reinserire le infrastrutture portuali all'interno del sistema urbano come aree attrattive per cittadini e turisti e aumentare comfort e sicurezza in aree urbane che nella stagione invernale sono trascurate e poco vissute. Tramite strumenti di simulazione si prevede l'implementazione di una piattaforma parametrica che, generando algoritmi proprietari, consente di avere un controllo ricorsivo su ogni aspetto del processo e di valutare gli effetti di azioni che prevedono, da un lato una sostanziale riduzione delle superfici impermeabili, dall'altro sistemi di inverdimento di tipo lineare (filari di essenze, siepi, pareti verdi, pergole, ecc.), di superficie (prato, tetti verdi, micro-aree boschive, orti, ecc.), puntuali (piccoli giardini, balconi verdi, green corner, ecc.) e con funzione di cuscinetto/filtro attraverso superfici verdi schermanti in grado di configurare spazi aperti in modalità 'protetta' per le attività temporanee stagionali.

In luogo della pianificazione urbanistica tradizionale che tende a frammentare gli ecosistemi si richiamano i valori aggiunti dell'Eco-Planning, disciplina che mira alla bio-integrazione di sottosistemi antropici e naturali per progettare quattro infrastrutture – quella verde della natura, quella blu dell'acqua, quella grigia ingegneristica e quella rossa dell'uomo (Yeang, 2009) – e del Water Sensitive Urban Design (Hoyer et alii, 2011), un approccio metodologico per integrare le interazioni tra il costruito e il ciclo idrico che restituisce soluzioni tecniche valide per drenare e gestire in modo sostenibile l'acqua piovana in città. In quest'ottica è da leggersi la sperimentazione sull'implementazione tra una rete di infrastrutture verdi per l'acqua piovana e una limitata porzione del reticolo idrografico in un tessuto urbano di un'area a nord di Napoli, il cui fine è mettere a punto un metodo di valuta-

zione dei benefici indotti e confrontare le performance degli interventi simulati (Valente et alii, 2022); nello specifico, la dinamica inter-scalare della sperimentazione ha consentito di individuare, attraverso l'analisi delle linee di deflusso delle acque, le aree in cui collocare le Green Stormwater Infrastructures (utili alla bio-integrazione/interazione tra le infrastrutture verdi e blu con interconnessioni anche con quelle rosse) per aumentare la permeabilità del suolo e la vegetazione, componente attiva di tali infrastrutture poiché svolge un'azione disinquinante, ma anche per migliorare la percezione sensoriale e il comfort degli utenti e favorire l'assorbimento degli inquinanti aerei.

Tra le infrastrutture verdi sono da annoverare i 'tetti verdi' che di certo non rappresentano una novità tra le soluzioni basate sulla natura che il panorama architettonico ci ha offerto nell'ultimo secolo. Tuttavia ad oggi non risultano sufficientemente indagate quelle coperture verdi che impiegano piante spontanee e ruderali, in aree climatiche subtropicali umide, capaci di fornire a basso costo e con ridotta manutenzione una vasta gamma di Servizi Ecosistemici, sopravvivere in contesti fortemente antropizzati e resistere a condizioni avverse con scarsità d'acqua e substrato poco profondo. Un contributo sul tema ce lo fornisce un gruppo di ricercatori dell'Università di San Paolo (Chaves Coelho Leite, Gobatti and Gamba Huttenlocher, 2022) i quali, attraverso una sperimentazione in banchi di prova, hanno caratterizzato con rigore scientifico i primi mesi di crescita della vegetazione spontanea e ruderale nei tetti fino al raggiungimento della copertura vegetale totale, fase ritenuta cruciale per comprendere appieno le dinamiche di colonizzazione e la sua resilienza ai fini di un successivo più ampio utilizzo. Attraverso l'analisi di dati quantitativi e qualitativi la ricerca, da un lato ha individuato il miglior compromesso tra colonizzazione delle specie analizzate, spessore del substrato e leggerezza della copertura, dall'altro ha messo in luce le valenze paesaggistiche ed estetiche di queste specie che concorrono a realizzare un ecosistema più resiliente e a consolidare le relazioni culturali e storiche tra la popolazione e la vegetazione urbana.

Tra i parametri di valutazione delle infrastrutture verdi e dei processi di rinaturalizzazione finalizzati a contrastare gli effetti del cambiamento climatico o a promuovere la resilienza e la biodiversità sono da tenere in considerazione anche servizi ecosistemici quali l'agricoltura urbana e gli orti comunitari poiché forniscono numerosi benefici socio-ecologici su base locale e promuovono l'accesso a fonti alimentari sane e a chilometro zero. Le esperienze maturate nell'ultimo ventennio dimostrano come il fenomeno di riappropriazione degli spazi 'tra città e campagna' sia un fenomeno in crescita soprattutto grazie agli under 35 che hanno dato vita a processi agroalimentari innovativi e a una transizione agricola della città tutt'altro che bucolica (Negrello et alii, 2022): superando la loro funzione primaria gli spazi agricoli assolvono a funzioni differenti (scenari produttivi innovativi, ospitalità agrituristica, infrastrutture verdi, corridoi ecologici, paesaggi del benessere e del tempo libero, ecc.) proiettandosi verso sistemi più integrati tra uomo, ambiente e tecnologia (tradizionale e avanzata) nelle diverse scale del progetto. È il caso dei progetti e delle sperimentazioni (BIO.tech HUT, Bio-Bombola, PhotoSynthetica Curtains e BioFactory, solo per citarne alcuni) di ecoLogicStudio che, attraverso il supporto della microbiologia e della biotecnologia, impiegano specie vegetali (ma anche animali), e in particolare le alghe, come infrastrutture naturali, interconnessioni biologiche, biosensori o metabolizzatori degli inquinanti urbani ed elementi nutrizionali dall'elevato apporto proteico (Scalisi and Ness, 2022).

In questo contesto 'iper-funzionale', oltre a promuovere forme di alimentazione più sane e sostenibili, l'agricoltura può determinare nuove opportunità economiche, sociali e qualitative per il nostro habitat urbano, creando catene di valore che migliorino la gestione delle risposte ambientali e rendano i contesti urbanizzati meno vulnerabili a dinamiche di trasformazione erosiva, agendo anche sui processi di rigenerazione urbana con temi fondanti della circolarità, quali il riuso e il riciclo che divengono strumenti multiscalari, rispetto all'approvvigionamento delle risorse, incrementando il riutilizzo delle acque meteoriche o il riuso di rifiuti organici urbani come fertilizzanti (Ferreira et alii, 2018); con gli scarti della produzione agricola possono prendere vita anche nuovi materiali (Ferrara and Squatrito, 2022), come testimoniato da una realtà emergente e produttivamente diversificata fatta di aziende dinamiche che hanno raggiunto stadi di sviluppo diversi anche rilevanti in termini di produzione, commercializzazione e distribuzione di materiali e prodotti circolari innovativi e a base biologica.

Diversi sono gli esempi degni di nota il cui comune denominatore è rintracciabile nella capacità aziendale di narrare i prodotti a partire dai materiali, nel legame con il territorio e le comunità locali e nella varietà del livello di artigianalità e industrializzazione: Miyuca, (Italia) progetta e produce artigianalmente oggetti con un nuovo materiale composito (LAAB), a base di foglie caduche e di una resina di origine naturale per la produzione di basi per tavoli e lampade; KeepLife (Italia) produce un materiale composito di natura lignea, plasmabile e auto-indurente, che utilizza gusci di frutta secca e lignina senza cariche o riempitivi, solventi o formaldeide, con differenti colorazioni utilizzando pigmenti derivati da terre locali; Ottan (Turchia) commercializza semilavorati in pannelli da 0,2 a 2 cm di spessore per rivestimenti di interni a partire da scarti alimentari, agricoli o da sfalci e potature con leganti di origine naturale; Mogu (Italia) produce e commercializza un pannello fonoassorbente composto da scarti della produzione agro-industriale, fibre di cotone e paglia, colonizzati dalle spore del micelio; Coffeefrom (Italia) è un materiale privo di bisfenolo composto da scarti di caffè locale impiegato nella produzione di oggetti come tazze, bicchieri e packaging certificati per il contatto con il cibo. In questa direzione si muove anche il progetto di cooperazione internazionale Creative Food Cycles (Sommariva, Canessa and Tucci, 2022) che realizza con gli scarti del caffè ceramiche e vasi compostabili, con quelli del latte recupera un'antica lavorazione per produrre finte madreperle e con altri materiali di scarto (lische di pesce, gusci delle uova, buccia di frutti e gusci della frutta secca) realizza bio-materiali complementari alla prototipazione di prodotti, sempre in un'ottica di replicabilità e riproducibilità domestica dei processi.

Superato il classico dualismo artificiale/naturale alla scala architettonica si prefigurano nuovi scenari progettuali capaci di incidere anche profondamente sul linguaggio e sull'espressività del costruito, da un lato con la rivalutazione di pratiche e tecniche indigene e vernacolari che riscoprono i materiali tradizionali, dall'altro sfruttando le potenzialità delle computer sciences, della bio-ingegneria, delle tecnologie digitali, del disegno parametrico e della stampa 3D. Si creano nuove mediazioni e forme di intelligenza mutate da una molteplicità di specie viventi per configurare soluzioni di bio-design e bio-architettura ma anche nuove opportunità di sostenibilità circolare, di biodiversità, salute, benessere e qualità della vita. Inizia a prendere corpo una progettualità ispirata alla natura, fondata su una dimensione concettuale tutt'altro che dogmatica a dimostrazione che è possibile superare la cattiva pratica del greenwashing e dar vita a una 'nuova ecologia' in cui uomo e natura concorrono a caratterizzare un inedito paesaggio 'unificato' in un rapporto di profonda conoscenza e comprensione reciproca per costruire un rapporto di simbiosi, integrazione e adattamento.

L'integrazione della componente vegetale nel progetto con il recupero di tecniche costruttive vernacolari ed ecologiche come quelle dei Khasis, degli Uros e dei Maasai (Balducci and Camilli, 2022), che integrano la dimensione organica e mutevole del materiale vegetale nello spazio costruito, o indigene come quelle valorizzate dallo studio canadese Brook McIlroy (Falzetti, Macaione and Autilio, 2022), che con il supporto degli architetti nativi indaga sulla natura disomogenea del legno per integrarla nel processo costruttivo e nel progetto – finalità perseguita anche dalle sperimentazioni avanzate dell'Institute for Computational Design and Construction e dall'Architectural Association – restituiscono una visione dell'artefatto che non è più 'inerte' ma diviene un nuovo tassello di una più ampia e complessa ecologia; con strumenti differenti ma stesso fine e capacità di minimizzare l'impatto ambientale del costruito, i casi citati dimostrano che l'integrazione della dimensione vegetale nel progetto di architettura non può ridursi a una mera questione tecnica o materiale ma deve diventare un nuovo paradigma fondato su approccio conoscitivo e culturale nei confronti dell'ambiente costruito e della sua dimensione ecologica.

È il caso anche dell'Oasi High-Tech (Falzetti, Macaione and Autilio, 2022), esempio di micro-architettura urbana scalabile che nasce come oasi per il raffrescamento di utenti e cittadini, con spazi minimi ergonomicamente progettati e arredati, tecnologie digitali di controllo e dispositivi integrati di produzione di energia; la micro-architettura incorpora processi biologici, ne governa i benefici sia sul piano estetico che funzionale e produce un microclima controllato e, attraverso una visione sistemica supportata da un approccio olistico e interdisciplinare e un suo uso creativo e strategico, riconduce l'artefatto naturalistico-vegetazionale nel dominio dei dati valutabili e misurabili del progetto: i modelli di indagine vengono strutturati come processo che crea le premesse per una progettualità innovativa e sperimentale, il cui dato di base è la modularità intesa come principio genetico di future mutazioni scalabili alle quali la stessa architettura si sottomette e la cui somma determina il linguaggio architettonico. Alla micro-architettura sperimentale dello Spin-off DoT5-Lab dell'Università 'Tor Vergata' di Roma fanno da contraltare le costruzioni che si sviluppano in altezza, una tipologia quella dei grattacieli storicamente in contrapposizione con la naturalità dei luoghi, nelle quali tetti giardino, pareti vegetali e orti verticali testimoniano la ricerca di una sostenibilità non più legata esclusivamente all'utilizzo di materiali innovativi o alla riduzione dei consumi energetici da fonti fossili, ma caratterizzata dall'impiego del verde per ridefinire una nuova ecologia urbana della quale esempi mirabili sono due progetti frutto della collaborazione tra Patrick Blanc e Jean Nouvel, le torri del One Central Park (2010) di Sydney e de Le Nouvel KLCC (2016) di Kuala Lumpur (Talenti and Teodosio, 2022). Tuttavia, se il più delle volte è dichiarata come elemento strategico per ridurre l'inquinamento e migliorare il microclima delle unità abitative, la vegetazione nei grattacieli sembra prevalentemente assolvere a funzioni estetiche, con pratiche di greenwashing che possono ridurre la biodiversità.

Le attività antropiche legate all'urbanizzazione, destinate a crescere nei prossimi decenni, determinano una sempre maggiore pressione sull'ambiente e sugli habitat naturali e di conseguenza sulla diversità biologica e sul funzionamento degli ecosistemi; svariate ricerche hanno dimostrato che le correnti strategie di pianificazione e governance, a scala urbana e architettonica, mirano all'integrazione di sistemi e infrastrutture 'verdi' per ridurre l'impatto determinato dall'uomo e realizzare principalmente potenziali benefici per la specie umana, mentre trascurano altre specie viventi (fauna) e ignorano le funzioni ecologiche (intese come insieme di ruoli ecologici svolti da ciascuna specie nel proprio ecosistema) delle altre componenti biotiche che invece possono svolgere un ruolo centrale per la biodiversità locale in termini di qualità, quantità e densità (Schrieke et alii, 2021). Poiché la varietà dei servizi ecosistemici (cioè i benefici che tutti gli esseri animati traggono dagli ecosistemi) in una città dipende dalla dimensione, dal numero e dalla qualità dei suoi spazi verdi (McPhearson et alii, 2015), appare evidente la necessità di sfruttare tutti gli spazi e le superfici disponibili e tra questi quelli dell'involucro dell'edificio che, con i suoi piani verticali, orizzontali e/o inclinati, fornisce una superficie maggiore di quella di suolo occupata per ospitare molte più specie viventi rispetto ai tradizionali sistemi di inverdimento. Condividendo la visione del 'net-positive design' (Birkeland, 2008, 2009), l'ambiente costruito dovrebbe restituire all'ambiente naturale più di quanto consuma e in particolare gli edifici dovrebbero diventare 'eco-produttivi' e compensare l'impatto ambientale legato allo sviluppo precedente, dando spazio agli ecosistemi indigeni e aumentando così i servizi ecosistemici in termini assoluti. Diversi sono gli approcci metodologici che fanno delle conoscenze ecologiche uno strumento progettuale; si fa riferimento all'Animal Aided Design di Weisser e Hauck (2017), una metodologia per la progettazione di spazi aperti urbani che tiene conto dei cicli di vita di alcune specie target e degli obiettivi di conservazione della biodiversità, e al Biodiversity Sensitive Urban Design di Garrard e Bekessy (2015), un approccio che valorizza la biodiversità attraverso la creazione di nuovi habitat per favorire lo spostamento degli organismi attraverso diverse tipologie e

densità di sviluppo urbano (Garrard et alii, 2018); in aggiunta è di notevole utilità per i progettisti la guida tecnica *Designing for Biodiversity* (Gunnell, Murphy and Williams, 2019) che illustra come integrare nelle costruzioni (del Regno Unito) le specie che solitamente nidificano sugli edifici sulla base delle loro esigenze vitali.

In quest'ottica appaiono di estremo interesse alcune ricerche presentate nel volume. La prima riguarda il progetto ECOLOPES (Canessa et alii, 2022) che propone un approccio progettuale sistemico e multidisciplinare in una prospettiva multi-specie i cui bisogni (rappresentati dagli ecologi) diventano una parte intrinseca del progetto per creare ecosistemi urbani rigenerativi: attraverso strategie decisionali multi-criteria e indicatori di performance, dati, modelli e applicazioni si interfacciano per fornire al progettista le informazioni rilevanti e utili a elaborare il Modello Informativo con il quale si può simulare la dinamica temporale e spaziale di animali, piante e sviluppo del suolo in funzione di condizioni abiotiche (tipi di suolo o la disponibilità di luce per le piante o di cibo per gli animali, ecc.); le simulazioni prendono in considerazione anche interazioni biotiche come la gestione umana, la predazione degli animali, la dispersione delle piante o l'approvvigionamento dell'habitat. La seconda riguarda il progetto DeMo – Design and Modelling of Urban Ecosystems – A Spatial-based Approach to Integrate Habitats in Built Ecosystems (Catalano and Balducci, 2022) che ha l'obiettivo specifico di ottimizzare gli strumenti e le modalità di cooperazione tra ecologi e progettisti integrando nei metodi di progettazione mappe di idoneità degli habitat e requisiti di nidificazione e adottando procedure parametriche che automatizzino l'integrazione di elementi BIM nell'involucro edilizio a supporto di specifiche specie selvatiche. La terza ricerca sul Botanical Concrete (Büscher, Polster and Klusmann, 2022) si fonda sull'assunto originale secondo il quale, attraverso un approccio innovativo e interdisciplinare basato sul design thinking, il calcestruzzo con funzione strutturale può essere modificato per ospitare l'insediamento mirato (non dannoso) e la crescita delle crittogame e tracheofite, specie che presentano diverse esigenze di substrato. La sperimentazione condotta dagli autori mette a punto, sulla superficie del calcestruzzo strutturale, un primo substrato con aggregati e un microrilievo tridimensionale che favoriscono la bioricettività per i muschi e un substrato secondario a base di materiali riciclati e con una particolare geometria per creare le condizioni favorevoli per l'insediamento e la germinazione delle tracheofite. La sperimentazione, pur con i limiti di una necessaria verifica degli effetti sul calcestruzzo sul medio e lungo termine, offre una promettente soluzione per integrare in simbiosi architettura e vegetazione, migliorare i microclimi locali, aumentare la biodiversità urbana, creare nuovi biotopi, con potenziali vantaggi tecnologici, estetici ed ecologici e bilanciare l'elevata impronta di carbonio del calcestruzzo.

Oltre al GeoBIM (Moretti et alii, 2021) anche l'Internet of Things, il digitale e il deep learning possono svolgere un importante ruolo nel traghettare una nuova ecologia e soprattutto nel gestire gli spazi inverditi grazie all'innovativo sistema Internet of Nature (IoN). Tramite piccoli dispositivi informativi, tecnologicamente sempre più intuitivi, con consumo e costo contenuti, è possibile passare dalla semplice messa a dimora del verde all'attivazione di forme dirette di controllo dell'habitat in termini di Smart Urban Nature, coinvolgendo i residenti nella presa in carico e gestione dell'ambiente urbano, nel controllo sul processo di crescita e mantenimento della vegetazione, nella tutela fisica e salute ecologica della propria residenza e nella promozione della biodiversità ambientale. Applicazioni tutt'altro che sperimentali (Bellini, Ruscica and Paris, 2022), come Treemania e ApisProtect che consentono rispettivamente di tracciare gli uccelli, monitorare gli alberi e contare le api o la cosiddetta infrastruttura Smart Urban Garden che, attraverso una piattaforma e un piccolo radiotrasmettitore bluetooth, permette la condivisione di una pluralità di dati e informazioni in tempo reale sulla biodiversità, sullo stato di salute delle specie animali e vegetali, sulla qualità dell'aria urbana e sulle condizioni, dimostrano che portando la natura online si aprono inedite possibilità per migliorare il nostro rapporto con la natura e pianificare una gestione condivisa e consapevole di città sempre più verdi e intelligenti.

In conclusione, il quadro teorico e sperimentale presentato dal volume 11 di AGATHÓN, seppur non esaustivo delle potenzialità delle soluzioni basate sulla natura e della vegetazione, dimostra come la loro essenza multifunzionale possa contribuire in maniera rilevante, sia con tecniche tradizionali e vernacolari sia facendo ricorso all'IoT e alle tecnologie digitali, da un lato a contrastare gli effetti derivati dai cambiamenti climatici realizzando un costruito più resiliente e meno vulnerabile a dinamiche di trasformazione erosiva, dall'altro a creare ambienti più sani, valorizzare la biodiversità, fornire servizi ecosistemici, migliorare la qualità della vita, favorire nuove opportunità economiche e sociali e creare catene di valore, agendo contemporaneamente sui processi di rigenerazione urbana con i temi fondativi della circolarità e gli strumenti multiscalari. Per raggiungere nel minor tempo possibile tali obiettivi e superare la cattiva pratica del greenwashing è però necessario dare avvio a un nuovo paradigma fondato sul 'passaggio da un'economia di crescita a un'economia di appartenenza' e su una 'nuova ecologia' con la consapevolezza dell'uomo a instaurare un rapporto di simbiosi, integrazione e adattamento alle diverse scale del progetto, magari incentivando iniziative di formazione come quelle del Valldaura Labs dell'IAAC di Barcellona (Ibañez, Gualart and Salka, 2022) che mira a diffondere pratiche per realizzare paesaggi ecologici e tecnologici olisticamente integrati.

an increase in carbon dioxide emissions. These elements cause a devastating impact on our fragile ecosystem, society and the economy. In 1969, Simon had already guessed the potential of a 'new ecology' whose animate and inanimate elements of the built environment characterise a 'unified' landscape. Beynus' studies (2002) are a knowledge heritage useful for the informed and responsible re-generation of the built environment. Over the millennia, Nature has perfected strategies and solutions, processes and mechanisms to adapt to different climates and physical conditions through the rationalisation of the use of matter and energy by optimising material and immaterial metabolic exchanges.

While the Modern Movement has considered landscape, urbanism, architecture and design as separate disciplines, in the new millennium there is a 'scalar shift' in which they are considered part of a unified territorial system, in which we are called to overcome anthropocentrism and to design for man and living beings, in a connection made of profound knowledge and understanding of the trajectories and reciprocal needs of human and non-human beings (Tesoriere, 2020). The relationship between the parts of the system takes on crucial importance when we adopt a broader and more systemic vision, supported by a holistic and participatory approach (Otto, 2008). Digital technologies can support this 'double convergence' in their shift towards a 'cybernetic ecology' allowing us to see the natural and artificial world as a unicum (Ratti and Belleri, 2020).

The new urban metabolisms, especially in big cities, defined by the United Nations as 'fundamental for economic growth' (UN, 2022), in the scientific literature are considered some of the main causes of climate change and environmental emergency. At the same time, they are considered the main places where to use nature-based solutions, as if they were able to create healthier and liveable cities and to solve the emergency condition of our Planet on their own. A well-established opinion (Pao and Chen, 2019) is that the solution to the environmental problem is a new paradigm based on the decoupling of economic growth, environmental impact, and resource consumption, according to a new circular economic model capable of ensuring the same level of economic productivity with a significant reduction in the use of non-renewable primary resources. In the meantime, one of the most promising solutions is provided by a new eco-systemic vision. It is capable of integrating nature and city, eco-structure and infrastructure, technology, topography and topology, 're-naturalising' – through vegetation in all its forms and values, whether forest, shrub, agriculture but also vegetable and mineral aspects – with a holistic, multi-scalar and cross-cutting approach, existent elements, the connection, the resulting spaces, the urban voids and the marginal areas through new hybrid spatial and architectural repertoires, more permeable, flexible, fluid and organic urban fabrics, meshes and geometries linked to the dynamics of a changing environment and its multi-scalar manifestations (Gausa, 2022). This is the method to favour the shift from a defensive ecology to a proactive and techno-performative one. It was the case of Deep Green in Guatemala City, in which EcoLogicStudio developed an ecological Masterplan that, following an integrated and symbiotic urban metabolism, uses artificial intelligence and algorithms to define scenarios and strategies aimed at enhancing biological infrastructure, metabolising air pollution, managing waste, the water system and carbon trading, and to produce renewable energy (Scalisi and Ness, 2022). These ecosystem services can provide advantages and services for man and the ecosystem.

Over the last twenty years, in Europe, greenery has become a fundamental element at municipal and metropolitan levels – as demonstrated by the renowned All London Green Grid (Greater London Authority, 2012), Pla Director of Barcelona, in 2019 (Àrea Metropolitana de Barcelona, 2020), and the Plans of Valencia, Madrid, Amsterdam and Paris. With actions envisaging the enhancement of urban forests and big peripheral parks to be connected with central areas through a system of green corridors with sustainable mobility and dense and stratified vegetation. The latter is characterised by different species planted on vegetative filter strips, furnished as rest, refreshments and socializing areas. This main system is usually connected with a secondary one with macro-medium-small-micro green areas with mainly recreational (pocket-parks, park areas, etc.) or ecological (urban and community gardens, forestation areas, etc.) functions. At the same time, tactical urban planning initiatives are promoted. They are aimed to overcome the economic availability limit of public works through participatory experimentation contexts (such as the Living Labs in Turin) with co-designed solutions, adapted to the needs of the city and its citizens (Barbero, Giraldo Nohra and Campagnaro, 2022). Another example is the City of Paris and its Le Permis de Végétaliser (Ville de Paris, 2021). Since 2015, this tool allows citizens – after having received authorisation and the initial toolkit – to eliminate the paving for gardening or placing planters on public and communal areas. Further studies are being developed on old towns, such as in Milan, in which the limits imposed by density, protection constraints and morphological complexity shift greening actions from public areas to private spaces and in particular to courtyards, yards and blind façades.

In recent years, the disciplines of Urban Health and Healthy Urban Planning consolidated. They link the populations' health with the urban environments in which they live (Moscato and Poscia, 2015). However, other important cultural landmarks have been created, such as 'the self-sufficient city' (Gualart, 2014). It promotes localised technologies for the production of energy from renewable and waste sources, rainwater management and reuse, the transformation of raw materials into useful objects, and the cultivation of food through greenhouses on flat roofs. It is all managed by IoT through sensors, activators, information systems and user-friendly interfaces within a network with nearby counterparts to create resilient, interconnected, multi-level and flexible urban infrastructures. Another example is the Manifesto for Ecosystemic Planning of Cities and Metropolises by Salvador Rueda (Rueda-Palenzuela, 2019), proposed for the new Barcelona's Urban Mobility Plan. Its 'super-blocks' or 'macro-blocks' (Superilles) limit the majority of private and public traffic flow to their perimeter and guarantee a sustainable road network, rest areas for pedestrians, squares and large green areas (in-

created by 91%) in which to enhance biodiversity. The 'Ville du quart d'heure' by Carlos Moreno (2020) is another example: it elaborates the concept of proximity for the neighbourhood in which six fundamental functions (living, working, providing, caring, learning and entertainment) must be ensured. Finally, 'wood urbanism' (Ibañez, Hutton and Moe, 2019) in which engineered wood, with its physical and mechanical properties, characteristics linked to the principles of the circular biobased economy and the potential to store carbon is considered as a basic material for the buildings and cities of the future.

Urban green areas are an important tool to implement the 'resilience management' of the contemporary city and therefore to counteract the effects of change acting together with territory-specific vulnerability factors and determine impacts and risks to people and things, businesses and ecosystems, structures and transport. However, the ability to provide 'environmental' benefits is the purpose both of their ecological potential and their proper integration within a wider green infrastructure network. This is the aim of the research papers published on this issue. Some of them are focused on the metaproject and on the set-up of GIS tools capable of structuring hierarchical models to map ecological efficiency of existing green areas and to configure load-bearing elements of a potential network of natural elements linked to the type of required ecosystem services, for example, to evaluate the heat wave impact scenarios in the medium and long term on the most fragile population (D'Ambrosio, Di Martino and Rigillo, 2022). Other research papers investigate the energy-saving and indoor consumption reduction potential in the Mediterranean climate (Clemente et alii, 2022) focusing on sustainable practices of urban regeneration by planting greenery in outdoor spaces around the buildings with shading effects according to the type and technical characteristics of the buildings, the morphology and density of urban fabrics and open spaces, and the tree species included (assessing their size, growth, maintenance, water requirements and solar permeability).

Other research papers investigate urban forestation and the capitalization of natural resources stock with the main objective of contributing to halving carbon emissions by 2030 and reaching total carbon neutrality by 2050. This is the case for the research (Tucci and Giampaolletti, 2022) introducing specific carbon storage taxonomic indices. It focuses on important strategies in the field of green solutions to increase the environmental well-being in public housing districts in the Metropolitan City of Rome. It deals with a design proposal for urban reforestation integrated with the overall regeneration of a specific area of Rome by enhancing native species with high environmental mitigation capacity, the increase of wetlands and the enhancement of open spaces. Moreover, the issue highlights the potential of micro-forestation compared to more structured works such as forestation, which is defined as a 'smart NbS' able to ease the transition processes towards urban sustainability (Frantzeskaki and Rok, 2018) because of its easier implementation, in fact, it requires less time, smaller spaces, less maintenance and reduced running costs. These projects can be especially suitable for the regeneration of the coast system that can benefit from the port areas to limit the effects of urban heat in the summer, reintegrate port infrastructures within the urban system as attractions for citizens and tourists and increase comfort and safety in urban areas that during winter are neglected and empty. By using simulation tools, the implementation of a parametric platform is envisaged. By generating proprietary algorithms, it allows to have a recursive control on every aspect of the process and to evaluate the effects of actions envisaging both a substantial reduction of impermeable surfaces and linear greening systems (rows of plants, hedges, green walls, pergolas, etc.), surface systems (lawns, green roofs, micro-wooded areas, vegetable gardens, etc.), punctual systems (small gardens, green balconies, green corners, etc.) and with a buffer/filter function through green screening surfaces capable of configuring open spaces in 'protected' mode for temporary seasonal activities.

Instead of traditional urban planning that tends to fragment ecosystems, the added values of Eco-Planning are highlighted. This discipline aims at the bio-integration of human and natural subsystems to design four infrastructures – green for nature, blue for water, grey for engineering and red for the man (Yeang, 2009) – and the Water Sensitive Urban Design (Hoyer et alii, 2011), a methodological approach to integrate the interactions between the built environment and the water cycle that provides viable technical solutions for draining and sustainably managing rainwater in the cities. The experimentation on the implementation of a green infrastructure network for rainwater and a limited section of the hydrographic network in an urban fabric of an area north of Naples falls within this framework. It aims to create an assessment method for the induced benefits and compare the performance of simulated interventions (Valente et alii, 2022). In particular, the inter-scalar dynamics of the experimentation made it possible to identify – by analysing the water runoff flow – the areas where to place the Green Stormwater Infrastructures, useful for bio-integration/interaction between green and blue infrastructures with interconnections also with red ones. It aims at increasing the permeability of the soil and vegetation, which is an active component of these infrastructures as it has a depolluting action, but also at improving the sensory perception and comfort of users and at favouring the absorption of air pollutants.

Some green infrastructures are 'green roofs', definitely not a new nature-based solution among the ones proposed by the architectural landscape over the last century. However, to this day, there are not enough studies on green surfaces using wild and ruderal plants, humid subtropical climate areas, capable of providing a wide range of Ecosystem Services at low cost and with low maintenance, surviving in heavily man-made environments and resisting to adverse conditions with water scarcity and shallow substrate. A group of researchers from the University of San Paolo (Chaves Coelho Leite, Gobatti and Gamba Huttenlocher, 2022) provided a paper on the subject. With experimentation made on test benches, they have marked out with scientific precision the first months of growth of wild and ruderal plants on roofs up to reaching full green coverage. This stage is considered fundamental to

fully understanding the dynamics of colonisation and the resilience for subsequent wider use. Through the quantitative and qualitative data analysed for research, it was possible to find the best compromise between the colonisation of the analysed species, the thickness of the substrate and the lightness of the roofing and to highlight the landscape and aesthetic values of these species that contribute to create a more resilient ecosystem and consolidate cultural and historical relations between population and urban vegetation.

Among the assessment parameters of green infrastructures and re-naturalisation processes aimed at tackling the effects of climate change or promoting resilience and biodiversity the ecosystem services, such as urban farming and community gardens, should also be noted as they provide numerous social-ecological benefits to a local scale and promote access to healthy, local food sources. The experience of the last twenty years shows that the reappropriation of public spaces 'between city and countryside' is a growing phenomenon, especially thanks to people under 35 who have created innovative agri-food processes and an agricultural transition in the city that is anything but bucolic (Negrello et alii, 2022). Going beyond their main function, agricultural spaces fulfil different functions (innovative production scenarios, agritourism hospitality, green infrastructures, ecologic corridors, well-being and leisure landscapes, etc.) projecting towards systems integrating better men, environment and (traditional and advanced) technology at the different scales of the project. This is the case for the projects and experimentations (BIO.tech HUT, BioBombola, PhotoSynthetica Curtains and BioFactory, just to name a few) made by ecoLogicStudio. With the support of microbiology and biotechnology, they use plants (but also animal) species, and in particular algae, as natural infrastructures, biological interconnections, biosensors or metabolisers of urban pollutants, and nutrients with a high protein content (Scalisi and Ness, 2022).

In this 'hyper-functional' context, in addition to promoting healthier and more sustainable food sources – thus implementing functional processes necessary for everyday life – agriculture can determine new economic, social and quality opportunities for our urban habitat. It can create chain values to improve the handling of environmental resources and make urbanised contexts less vulnerable to erosive transformation dynamics. However, it can work on urban regeneration processes with key subjects of circularity, such as re-use and recycling that become multi-scalar tools, for example on resource supply, by increasing the re-use of stormwater runoff or the re-use of municipal organic waste as fertilisers (Ferreira et alii, 2018). Agricultural production waste can create new materials (Ferrara and Squatrito, 2022), as shown by an emerging and productively diverse organisation of dynamic companies that have made different but important progress in terms of production, marketing and distribution of innovative and bio-based circular materials and products.

There are many examples worth mentioning whose common thread is the company's ability to narrate the products starting from the materials, their bond with the territory and local communities and the range of craftsmanship and industrialisation levels. Miyuca (Italy) designs and manufactures artisanal objects with a new composite material (LAAB), based on deciduous leaves and a resin of natural origin, to produce table tops and lamps. KeepLife (Italy) produces a composite material with a wood base, mouldable and self-hardening, using dried fruit shells and lignin without loads or fillers, solvents or formaldehyde, with different colourings made of pigments taken from local soils. Otan (Turkey) sells semi-finished products with 0.2 to 2 cm thick panels for indoor cladding made from food and agricultural waste or clippings and pruning and binders of natural origin. Mogu (Italy) creates and sells sound-absorbing panels made of waste from agro-industrial production, cotton fibres and straw, colonised by mycelium spores. Coffeefrom (Italy) is a bisphenol-free material made from local coffee waste used in the production of cups, glasses and packaging certified for food contact. Also, the international project Creative Food Cycles (Sommariva, Canessa and Tucci, 2022) goes in this direction. They create compostable pottery and vases from coffee waste, with milk waste they restore the ancient process of fake mother-of-pearl production and with other waste materials (fish bones, egg shells, fruit peelings and dried nutshells) create bio-materials complementary to prototyping products, always considering domestic replicability and reproducibility of processes.

Once the classic artificial/natural dualism is eliminated, at the architectural scale new design scenarios emerge, also capable of profoundly affecting the language and expressiveness of the built environment, on the one hand by re-evaluating indigenous and vernacular practices and techniques that rediscover traditional materials, and on the other by exploiting the potential of computer sciences, bio-engineering, digital technologies, parametric design and 3D printing. They open up to new mediations and intelligence forms borrowed from a multiplicity of living species, to configure bio-design and bio-architecture solutions, but also new opportunities for circular sustainability, biodiversity, health, well-being and quality of life. A design inspired by nature begins to take shape. It is based on a conceptual dimension that is anything but dogmatic. It shows that is possible to overcome the greenwashing bad practice and to create a 'new ecology' in which man and nature characterize an unprecedented 'unified' landscape in a profound bond made of mutual knowledge and understanding to build a relationship based on symbiosis, inclusion and adaptation.

An artefact that is no longer 'inert' is provided by the integration of the greenery into the project with the recovery of vernacular and ecological construction techniques such as Khasis, Uros and Maasai's techniques (Balducci and Camilli, 2022) – which integrate the organic and changing dimension of greenery into the built space – or indigenous' techniques, such as those enhanced by the Canadian studio Brook McIlroy (Falzetti, Macaione and Autilio, 2022). With the support of native architects, they investigate the uneven nature of wood in order to integrate it into the construction process and design – the same aim pursued by the Institute for Computational Design and Construction, and

by the Architectural Association. Hence, the artefact becomes a new part of a wider and more complex ecology. With different tools but the same aim and ability to minimise the environmental impact of the built environment, the mentioned cases show that integrating greenery in the project is not just a technical or material problem but should become a new paradigm based on a cognitive and cultural approach to the built environment and its ecological dimension.

This is the case of Oasi High-Tech (Falzetti, Macaione and Autilio, 2022). It is an example of scalable urban micro-architecture created as an oasis for users and citizens, with ergonomically minimal spaces designed and furnished, digital control technologies and integrated power generation devices. Microarchitecture incorporates biological processes, manages its benefits on an aesthetic and functional level and creates a controlled microclimate. Through a systemic vision supported by a holistic and cross-disciplinary approach and with a creative and strategic use, it brings the naturalistic-vegetation background back into the domain of assessable and measurable project data. The investigation models are structured as a process that creates the premises for an innovative and experimental design, where modularity is its pillar intended as a genetic principle of future scalable changes to which architecture is submitted and whose sum determines the architectural language. The experimental micro-architecture of Spin-off DoT5-Lab at the 'Tor Vergata' University of Rome is counterbalanced by high-rise buildings. Skyscrapers are historically opposed to the nature of places, where roof gardens, green walls and vertical green gardens show the search for sustainability no longer exclusively linked to the use of innovative materials or the reduction of energy consumption from fossil sources but are characterised by the use of greenery to redefine a new urban ecology. Two admirable projects originating from the collaboration between Patrick Blanc and Jean Nouvel are the One Central Park (2010) towers in Sydney and the Le Nouvel KLCC (2016) in Kuala Lumpur (Talenti and Teodosio, 2022). However, even if most times it is considered the fundamental element to reduce pollution and improve the microclimate of house units, skyscrapers' greenery seems mostly used to fulfil aesthetic functions, with greenwashing practices that, with a contemporary surface and an expensive 'dress', can reduce biodiversity.

Human activities linked to urbanisation, destined to grow over the next decades, always determine a higher pressure on the natural environment and habitats and, consequently, on biodiversity and the ecosystem's functioning. Many research studies have shown that current planning and governance strategies, at urban and architectural scales, aim at the integration of 'green' systems and infrastructures to reduce human impact and mainly create benefits for humans, while neglecting other living beings (fauna) and ignoring the ecological functions (the set of ecological roles played by each species in its ecosystem) of the other biotic components that could have a key role in local biodiversity for quality, quantity and density (Schrieke et alii, 2021). Since the variety of ecosystem services (the benefits all living beings get from ecosystems) in a city depends on the size, number and quantity of green spaces (McPhearson et alii, 2015), it is clear the need to use all the available spaces and surfaces. These include the building envelope spaces, which, with their vertical, horizontal and/or inclined planes, provide a greater surface area than the floor area to locate many more living species than traditional greening systems. Sharing the 'net-positive design' (Birkeland, 2008, 2009) vision, the built environment should give back more to the natural environment than it consumes and, in particular, buildings should become 'eco-productive' and compensate for the environmental impact linked to the previous development, giving space to indigenous ecosystems and increasing ecosystem services in general. Several methodological approaches make ecological knowledge a design tool. We refer to Animal Aided Design by Weisser and Hauck (2017), a method to design urban outdoor spaces considering the life cycles of some target species and the objectives of biodiversity conservation, and the Biodiversity Sensitive Urban Design by Garrard and Bekessy (2015), an approach that enhances biodiversity by creating new habitats to encourage the movement of organisms through different types and densities of urban development (Garrard et alii, 2018). Another useful technical guide for designers is Designing for Biodiversity (Gunnell, Murphy and Williams, 2019); it shows how to integrate species that usually nest on constructions into (UK) buildings based on their vital needs.

In this framework, some research papers presented in the issue are extremely interesting. The first one concerns the ECOLOPES (Canessa et alii, 2022) project, it proposes a systemic and cross-disciplinary design approach in a multi-species perspective whose needs (represented by ecologists) become an intrinsic part of the project to create urban regenerative ecosystems. Multi-criteria decision-making strategies and performance indicators, data, models and applications confront to provide the designer with relevant and useful information to elaborate the Information Model needed to simulate the temporal and spatial dynamics of animals, plants and soil development, depending on abiotic conditions that may concern soil types or the availability of light for plants or food for animals. The simulations also consider biotic interactions such as human management, animal predation, plant dispersal or habitat provision. The second concerns the DeMo – Design and Modelling of Urban Ecosystems – A Spatial-based Approach to Integrate Habitats in Built Ecosystems (Catalano and Balducci, 2022). It aims specifically at improving the tools and modes of cooperation between ecologists and designers by integrating into design methods habitat suitability maps and nesting requirements and adopting parametric procedures that automate the integration of BIM elements into the building envelope to support specific wildlife species. The third research on Botanical Concrete (Büscher, Polster and Klussmann, 2022) is based on the original idea that, through an innovative and cross-disciplinary approach based on design thinking, concrete with a functional structure can be modified to locate the targeted (non-damaging) establishment and growth of cryptogams and tracheophytes, species with different substrate requirements. The experimentation carried out by the authors sets up, on the surface of structural concrete, the first substrate with aggregates and a three-dimensional microrelief that

promote bio-receptivity for mosses and a secondary substrate based on recycled materials and with special geometry to create favourable conditions for the establishment and germination of tracheophytes. The experimentation, although limited by a necessary verification of the effects of concrete in the medium and long run, provides a promising solution to symbiotically integrate architecture and vegetation, improve local microclimates, increase urban biodiversity, and create new biotopes, with potential technological, aesthetic and ecological advantages and compensate for the high carbon footprint of concrete.

Together with GeoBIM (Moretti et alii, 2021), the Internet of Things, digital and deep learning can have an important role in the implementation of a new ecology and especially in the management of greener spaces thanks to the innovative Internet of Nature (IoN) system. Employing small, increasingly technologically intuitive, low-consumption and low-cost computing devices, it is possible to shift from simply planting greenery to activating direct forms of habitat control in terms of Smart Urban Nature, involving residents in taking care of the urban environment, controlling the growth and maintenance process of greenery, protecting the physical and ecological health of their location and promoting environmental biodiversity. Treemania and ApisProtect, far from being experimental apps (Bellini, Ruscica and Paris, 2022), allow respectively to track birds, monitor trees and count bees, or the so-called Smart Urban Garden infrastructure. Through a platform and a small Bluetooth radio transmitter, the latter enables to share data and information in real-time on biodiversity, the health status of animal and plant species, urban air quality and conditions, demonstrating that bringing nature online opens up unprecedented possibilities for improving our relationship with nature and planning shared and conscious management of ever greener and smarter cities.

In conclusion, the theoretical and experimental framework presented by AGATHÓN issue number 11, although not exhaustive of the potential of nature-based solutions, shows that their cross-disciplinary essence can relevantly help – both with traditional and vernacular techniques and using IoT and digital technologies – to counteract the effects of climate change by creating a more resilient built environment, less vulnerable to erosive transformation dynamics, and to create healthier environments, enhance biodiversity, provide ecosystem services, improve quality of life, foster new economic and social opportunities and create value chains, while acting on urban regeneration processes with the circularity and multi-scalar tools as pillars. To achieve these goals in the shortest possible time and overcome the greenwashing bad practice in design, it is necessary to start a new paradigm based on the ‘shift from an economics of growth to an economics of belonging’ and on a ‘new ecology’ in which man and nature characterize an unprecedented ‘unified’ landscape in a profound bond made of mutual knowledge and understanding to build a relationship based on symbiosis, inclusion and adaptation at the different scales of the project. For example, by stimulating training initiatives such as those of the Valldaura Labs of the IAAC in Barcelona (Ibañez, Guallart and Salka, 2022), which aim to disseminate practices for holistically integrated ecological and technological landscapes.

Cesare Sposito
Co-Scientific Director
Associate Professor of Architectural Tehcnology
University of Palermo

VEGETAZIONE
LA SUA SIMBIOSI
CON IL COSTRUITO

GREENERY
ITS SYMBIOSIS WITH
THE BUILT ENVIRONMENT