

SIMBIOSI TRA VEGETAZIONE E COSTRUITO

Un approccio olistico, sistemico e multilivello

SYMBIOSIS OF GREENERY WITH BUILT FORM

A holistic, systems, multi-level approach

Francesca Scalisi, David Ness

ABSTRACT

Il cambiamento climatico è un effetto dell'azione antropica la quale incide sull'equilibrio del Pianeta prevalentemente con la crescita continua delle città e con l'aumento dei consumi che a loro volta determinano un uso indiscriminato di risorse non rinnovabili. Una soluzione a questo problema è spesso individuata nell'impiego di 'soluzioni basate sulla natura', capaci di offrire numerosi vantaggi e servizi per l'uomo e per l'ecosistema purché il verde, di per sé ecologico, non venga mercificato riducendo di fatto biodiversità e aumentando livelli di inquinamento. Il presente contributo mette in discussione un modello di crescita 'illimitato' e alcuni usi della vegetazione nel costruito in favore di un approccio basato sulla 'sufficienza' e di buone pratiche e sperimentazioni olistiche e illuminanti improntate al design biofilico, supportate da tecnologie di frontiera, fondate su pratiche vernacolari e sviluppate con le comunità locali, capaci di allargare l'obiettivo e affrontare la sfida climatica in un contesto più ampio e a diverse scale.

Climate change is an effect of human action. It affects the balance of the planet mainly because of the ongoing growth of cities and increased consumption, which leads to the indiscriminate use of non-renewable resources. One solution for this problem is often the use of 'nature-based solutions'. They can offer many advantages and services for humans and the ecosystem, as long as greenery – ecological per se – is not commoditised, effectively reducing biodiversity and increasing pollution levels. This paper questions the 'unlimited' growth model and some uses of greenery in the built form in favour of an approach based on 'sufficiency'. Holistic and illuminating good practices and experiments in biophilic design, supported by frontier technologies, based on vernacular practices and in collaboration with local communities, are capable of looking at the big picture and tackling the climate challenge in a wider context and at different scales.

KEYWORDS

soluzioni basate sulla natura, infrastrutture verdi, mitigazione, resilienza, sufficienza

nature-based solutions, green infrastructure, mitigation, resilience, sufficiency

Francesca Scalisi, Architect and PhD, is the Research Manager at the Research Department of DEMETRA Ce.Ri.Med. (Euro-Mediterranean Documentation and Research Center), Palermo, Italy. Her research areas concern the sustainability of the built environment for energy conservation of buildings, green materials, and nanotechnologies. E-mail: demetracerimed.scalisi@gmail.com

David Ness, Architect and PhD, is an Adjunct Professor within UniSA STEM at the University of South Australia. He investigates ways of delivering more services with less resource consumption, carbon, and cost. David was awarded the ARUP Global Research Challenge 2017 to adapt the circular economy to the built environment. He has advised UN ESCAP and UN-Habitat on 'green growth' and eco-efficient and inclusive infrastructure. E-mail: david.ness@unisa.edu.au

Le Nazioni Unite (UN, 2022) hanno descritto gli ampi insediamenti urbani che contribuiscono per il 60% al PIL globale come 'centrali della crescita economica', nonostante siano causa del 75% delle emissioni di gas serra e di oltre il 60% dell'uso delle risorse non rinnovabili; il crescente fenomeno dell'inurbamento e l'aumento sfrenato dei consumi incidono profondamente sull'equilibrio dell'intero ecosistema: si prevede che il mondo richiederà 230 miliardi di metri quadrati di nuove costruzioni entro il 2060, il che equivarrebbe ad aggiungere al pianeta una città come New York ogni 34 giorni (UN Environment and IEA, 2017), una previsione allarmante questa che minaccia la biodiversità e incide profondamente su cambiamento climatico e disuguaglianze sociali ed economiche. Un altro dato deve farci riflettere: il sesto Report di valutazione dell'IPCC (2022a) evidenzia che la quota delle emissioni di gas a effetto serra prodotta dagli agglomerati urbani è salita del 6% dal 2000 al 2015 con un aumento pro capite dell'11,8%, fenomeno principalmente dovuto alla continua crescita delle città del Nord del mondo che producono emissioni di gas serra pro capite 7 volte maggiori rispetto a quelle del Sud.

Nonostante siano considerate tra le principali cause del cambiamento climatico e ambientale, le città sono ironicamente viste come la soluzione attraverso l'impiego della vegetazione in edifici e infrastrutture verdi come se fossero il toccasana per la rigenerazione urbana e per creare città più sane e vivibili. Secondo Xing et alii (2017, p. 14), «[...] there is an instinctive bond between human beings and other living systems, which offers a powerful force to re-green our cities». A questo proposito è opinione consolidata che le 'soluzioni basate sulla natura' offrano molteplici vantaggi per l'uomo e gli ecosistemi, promuovendo al contempo «[...] a more resource-efficient, inclusive and sustainable growth model» (Favre et alii, 2017, p. 510). Una tale visione impone alcune riflessioni: in primo luogo è da chiedersi se, su scala macro, è possibile mettere in atto un modello di crescita 'limitato' prevedendo al contempo la realizzazione di alloggi, infrastrutture e servizi seppur con un'impronta sul suolo e sull'ambiente ridotta; poi, su scala meso o micro, se la vegetazione possa entrare in simbiosi con il costruito o sia semplicemente un elemento estetico e un attrattore, poiché spesso attraverso 'alberi-grattacielo', 'fattorie-grattacielo' ed edifici ricoperti in superficie da vegetazione, grandi città dei '10 minuti'¹ e dei '15 minuti' sono promosse come sostenibili, ecologiche, verdi e inclusive (Kohlstedt, 2016; Moreno, 2020).

In risposta alle suddette criticità il presente contributo adotta un approccio diverso rispetto alla letteratura e alla pratica corrente che tendono a considerare l'integrazione degli ambienti naturali e artificiali in modo ristretto e mira a dimostrare, attraverso una serie di casi studio e di buone pratiche, che si possono trovare soluzioni più olistiche e illuminanti allargando l'obiettivo ed esaminando la sfida in un contesto più ampio e a diverse scale.

Stato dell'arte tra ricerca, programmi urbani e progetti sperimentali | La letteratura scientifica concorda nell'attribuire alle 'infrastrutture verdi'

un ruolo primario per attuare strategie resilienti finalizzate al contrasto degli effetti dei cambiamenti climatici, ma al contempo ne riconosce l'importanza come soluzione per il raggiungimento di obiettivi molteplici tra cui la salvaguardia e la valorizzazione della biodiversità, il miglioramento della qualità della vita e del benessere della popolazione residente in ambito urbano, il consolidamento delle relazioni sociali e lo sviluppo economico (European Commission, 2014, 2019a, 2021a). La definizione promossa dalla European Commission (2013, p. 3) per la quale le 'infrastrutture verdi' sono da intendersi come «[...] a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services» riflette il crescente interesse che a partire dal 2006 ha attirato settori scientifici disciplinari diversi – anche tradizionalmente lontani, in maggior misura in contesti climatici temperati o con precipitazione nevose quali Stati Uniti, Cina, Regno Unito, Italia, Australia, Germania, Svezia, Canada e Paesi Bassi (Ying et alii, 2021) – che hanno indagato prevalentemente le tematiche 'ambiente/ecologia', 'pianificazione/politica', 'sociale', 'salute/benessere', 'economia', 'qualità/prestazioni delle infrastrutture verdi', 'acque meteoriche/drenaggio', 'clima' e 'spazio aperto pubblico' (Parker and Zingoni de Baro, 2019).

Anche le diverse scale indagate nella letteratura scientifica contribuiscono a sancire il ruolo strategico che le 'infrastrutture verdi' possono svolgere nel raggiungimento di obiettivi multipli, soprattutto in contesti altamente urbanizzati: alla microscala (relativa a uno specifico sito) si indagano prevalentemente misure di gestione multifunzionali e sostenibili del ciclo idrologico finalizzate al controllo e al riutilizzo delle acque meteoriche ma anche misure per aumentare le superfici permeabili in ambito urbano, tetti e pareti verdi, orti urbani, rain gardens, wetlands, ecc. (Zhang and Chui, 2019); alla meso-scala l'attenzione è rivolta ai contesti urbani (sia zone centrali sia periferiche) e agli spazi pubblici per i servizi ecosistemici che possono produrre in termini di salute umana e ambiente, contrastando l'effetto isola di calore e l'inquinamento dell'aria, ma soprattutto valorizzando la biodiversità (Savas, 2016); alla macroscale l'indagine si estende a tutto il territorio inteso come 'rete ecosistemica diffusa' per garantire la salvaguardia degli habitat naturali e la diversità delle specie che lo popolano (Sheng et alii, 2019).

Sebbene la letteratura scientifica sul tema delle 'infrastrutture verdi' sia stata alquanto prolifica, soprattutto nell'ultimo decennio, le strategie e le misure pubblicate per il loro impiego non hanno trovato ancora larga diffusione, come confermato dal recente Rapporto dell'IPCC (2022b) intitolato *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability* che, analizzando tutti i settori produttivi, rileva come ad oggi i progressi realizzati siano poco rilevanti e le azioni intraprese non sufficienti. Eppure termini come 'green', 'sustainability', 'greenery' e 'greening' popolano le pagine del web (rispettivamente con 17,13 mld, 2 mld, 99,30 mln e 29,30 mln di pagine trovate tramite il browser Google nell'aprile del 2022) e sono ricorrenti nella nostra quotidianità. Se è anche possibile trovare buone pratiche, l'atten-

zione degli utenti verso il tema lo ha reso prevalentemente una mera strategia di marketing grazie alla quale i diversi settori produttivi mettono in atto quella pratica nota come 'greenwashing', ovvero fornendo informazioni false o incomplete per presentare il proprio brand o prodotto come 'ambientalmente responsabile' al fine di aumentare le vendite o la visibilità dell'azienda (de Freitas Netto et alii, 2020).

Anche il mondo delle costruzioni non è scervato da questa pratica 'irresponsabile' (Olson, 2021), così come i progetti di molte 'archistar' che spesso vengono assunti come modello e riferimento con la complicità di riviste e portali web, proponendo architetture audaci, futuristiche e con un'elegante 'vestito verde' per garantire il successo di un'opera, il cui design architettonico sembra essere la sola chiave per risolvere gli effetti del cambiamento climatico. Caso emblematico è l'Apple Park di Norman Foster, la nuova sede del colosso americano inaugurata a Cupertino nel 2017; la struttura ad anello, con un diametro di 1,6 Km, si sviluppa su sei livelli (due dei quali interrati destinati a parcheggio) e su una superficie di 260.000 metri quadrati calpestabili per accogliere circa 13.000 dipendenti. Apple e Foster non hanno mancato di promuovere la sostenibilità dell'insediamento mettendo in risalto l'impianto fotovoltaico di 17 MW, che garantisce l'autosufficienza energetica, e un parco interno con 9.000 alberi, elementi questi tuttavia non sufficienti a compensare (nonostante i 5 mld di euro spesi) l'impatto e l'occupazione di suolo generato dalle imponenti opere di urbanizzazione realizzate, prime fra tutte la nuova viabilità e i parcheggi esterni a raso, ma anche dalla urbanizzazione che si sta sviluppando attorno al 'disco volante'.

Ciononostante sono anche da segnalare non pochi progetti-azioni che, sia a scala urbana sia architettonica, dimostrano un'acquisita consapevolezza sull'importanza che la vegetazione può avere per la sostenibilità (nella sua triplice declinazione sociale, economica e ambientale) del costruito, permettendoci di immaginare ancora che il futuro del nostro pianeta possa essere più 'verde'. In ambito europeo, possono rappresentare delle buone pratiche i Piani del Verde² redatti da città come Valencia, Madrid, Amsterdam, Parigi ma quello di Barcellona può essere considerato emblematico per varietà di azioni e per estensione del territorio.

Il Barcelona Green Infrastructure and Biodiversity Plan 2020 è stato varato nel 2013 per contrastare la densificazione edilizia (e la relativa perdita di aree verdi nei quartieri), l'intenso traffico veicolare, l'inquinamento atmosferico, gli effetti dell'isola di calore e dei cambiamenti climatici. Con l'obiettivo di incrementare lo spazio verde di un metro quadro per abitante entro il 2030, il Piano contempla oltre 70 progetti e azioni finalizzate a fornire servizi ambientali e sociali, a introdurre la natura nella città, ad aumentare la biodiversità e la connettività tra le infrastrutture verdi frammentate e a rendere la città più resiliente (Ajuntament de Barcelona, 2013; IEEP, 2016), sperimentando una nuova politica per promuovere la creazione di spazi verdi urbani e di orti urbani nelle aree libere, attraverso il coinvolgimento della società civile. Il Piano indica come essenziale la creazione di corridoi verdi



Fig. 1 | Green corridor in Passeig de Sant Joan in Barcelona, part of ENABLE project (credit: ThinkNature Platform).

attrezzati che possano connettere le diverse aree verdi ma anche orti urbani e il verde privato che sono riconosciuti come un'importate componente dell'infrastruttura urbana; particolare attenzione è poi riservata alla zona costiera delle dune e alla foresta periurbana di Collserola per i delicati ecosistemi che ospitano, ma anche per l'impatto positivo che generano sul turismo e sull'economia locale.

Tra i punti di forza del Piano si segnalano il Master Plan degli Alberi da attuare con un budget di 9,4 milioni di euro all'anno e i Corridoi Verdi con una folta vegetazione (caratterizzata da specie diverse e posizionamento stratificato) piantumata parallelamente alle strade su lingue verdi permeabili, sufficientemente larghe e ombreggiate per poter essere attrezzate come zone di sosta, ristoro e socializzazione soprattutto nei mesi più caldi (Fig. 1). Una prima valutazione sulla qualità delle azioni proposta dal Piano, è fornita da uno studio (Camps-Calvet et alii, 2016) condotto dai ricercatori dell'Institute of Environmental and Technology (ICTA) di Barcellona e del Norwegian Institute for Nature Research (NINA) di Trondheim i quali individuano 20 servizi ecosistemici che spaziano dalla produzione di cibo all'impollinazione, dalla coesione sociale all'educazione ambientale.

Attraverso un sondaggio che ha interessato un campione di 245 utenti il gruppo di ricerca evidenzia che i servizi ecosistemici culturali (benefici non materiali derivanti dall'interazione dei cittadini con la natura) spiccano come i più ampiamente percepiti e apprezzati, mentre i principali beneficiari dei servizi ecosistemici degli orti urbani sono gli anziani, le persone a reddito medio-basso e gli immigrati. I risultati dell'indagine sono stati considerati rilevanti anche dall'Amministrazione e utili per valutare e potenziare le attività previste dal Piano. Tra le criticità del Piano

sono da segnalare l'assenza di un monitoraggio sulle azioni messe in atto e la riduzione della varietà delle specie messe a dimora per ottimizzare le attività e i costi di manutenzione del verde.

Anche alla scala architettonica esistono buone pratiche che prevedono prevalentemente l'impiego di tecniche e tecnologie consolidate per facciate verdi e tetti giardino, non sempre con effetti misurati in termini di impatto ambientale e microambientale. Esistono poi alcuni progetti che riescono a esprimere appieno il concetto di 'infrastruttura verde' valorizzandone le caratteristiche ambientali e la vasta gamma di potenziali servizi ecosistemici, come ad esempio le sperimentazioni di ecoLogicStudio e di PNAT, selezionate tra quelle che possono avere un'immediata applicazione e commercializzazione con costi accessibili, nel nostro quotidiano.

ecoLogicStudio è uno studio di architettura e design specializzato in biotecnologie per l'ambiente costruito, fondato a Londra nel 2005 da Claudia Pasquero e Marco Poletto, che ha costruito la propria reputazione in ambito internazionale grazie a una serie di progetti dal carattere sperimentale e innovativo capaci di integrare pensiero sistemico, design computazionale, biotecnologia e prototipazione digitale con un approccio che va oltre le scale del costruito per indagare i futuri modelli dell'abitare nell'Urban-sphere, definita dallo stesso Poletto (2018, p. 11) come «[...] what we may call the global apparatus of contemporary urbanity, a stack of dense informational, material and energetic networks supporting our society's increasingly demanding metabolism [...] which calls for architects to design it and to curate spatial knowledge across its scientific, artistic and technological domains», intendendo così affermare il superamento della separazione concettuale tra città e natura in favore di un nuovo paradigma in cui i flussi mate-

riali, informativi ed energetici generano trasformazioni morfologiche nel paesaggio urbano, nei suoi confini e nelle sue disposizioni spaziali.

Fin dalla sua costituzione ecoLogicStudio ha indagato soluzioni basate sulla natura – per affrontare le numerose sfide con cui le città contemporanee devono confrontarsi per raggiungere la neutralità del carbonio e compensare gli effetti del cambiamento climatico – con sperimentazioni che, attraverso il supporto della microbiologia e della biotecnologia, impiegano specie vegetali (ma anche animali) come infrastrutture naturali, interconnessioni biologiche, biosensori o metabolizzatori degli inquinanti urbani, a partire dalla scala delle installazioni e delle piccole architetture fino a quella della pianificazione urbana, passando per l'edilizia residenziale e gli edifici pubblici. In particolare le alghe assumono un ruolo centrale nei loro progetti per la dimostrata capacità di rimetabolizzare alcuni degli inquinanti prodotti dalle città ma anche in quanto elemento nutrizionale dall'elevato apporto proteico. A queste finalità rispondono le sperimentazioni di BIO.tech HUT, BioBombola, Photo-Synthetic Curtains e BioFactory.

Presentato all'Astana EXPO 2017 (Kazakistan) BIO.tech HUT è un padiglione che propone un prototipo per la coltura di alghe nella città contemporanea, con il quale lo studio londinese indaga il rapporto tra esseri umani e ambiente naturale (Fig. 2). Grazie alla collaborazione di biologi marini e coltivatori di alghe, nuove specie di microrganismi sono state impiegate per colture artificiali, modelli di crescita e materiali assemblati e si è potuto sviluppare un rivestimento foto-bioreattivo a partire da un primo sistema rivoluzionario che utilizza il flusso d'aria ad alta velocità per sollevare la materia vivente in tubi di vetro; esso genera anche un effetto centrifugo che catalizza lo scambio di O_2 e CO_2 e produce un fluido che si deposita per gravità completando il ciclo. I tubi divengono elementi architettonici sorretti da una serie di telai con sezione a nido d'ape, in polycarbonato ad alte prestazioni, conformando una struttura leggera completamente riciclabile che permette l'ingresso della radiazione solare all'interno della cellula abitativa.

Un secondo ambiente del padiglione, il Living Hut, è suddiviso in due sale: la sala Bio.light è illuminata dalla sola bioluminescenza dei batteri che si attivano quando vengono ossigenati dal sistema di trattamento dell'aria; la sala H.O.R.T.U.S. (Hydro Organisms Responsive to Urban Stimuli) è un'installazione con colonie fotosintetiche di cianobatteri, che i visitatori sono incoraggiati a nutrire con la propria anidride carbonica per generare ossigeno. Completa il percorso del padiglione il Garden Hut, un ambiente aperto per il processo e la trasformazione della biomassa in elettricità e cibo. Nella sua configurazione i servizi ecosistemici prodotti dal padiglione sono altamente performanti: giornalmente viene trasformata una quantità di anidride carbonica in ossigeno equivalente a quella di trentadue alberi che produce 1 kg di biocarburante, sufficiente per alimentare una casa media, e una quantità di proteine tale da alimentare dodici adulti.

Stesse finalità, ma con dimensioni più ridotte e ottimizzate per la commercializzazione è quella di un altro progetto, la BioBombola (2020), pensato per la coltivazione di spirulina in contesti ur-

bani e in particolare nelle abitazioni (Fig. 3). Il kit è composto da un fotobioreattore, un contenitore in vetro da laboratorio che contiene un ceppo di spirulina, un terreno di coltura ricco di sostanze nutritive e una piccola pompa dell'aria che agita costantemente il fluido. In termini di purificazione dell'aria, la bioBombola assorbe l'equivalente in CO₂ di due giovani alberi, produce ossigeno come sette piante d'appartamento e fino a sette grammi di spirulina al giorno.

La prima applicazione delle proprietà delle alghe in un edificio sono le PhotoSynthEtica Curtains, una sorta di 'tenda urbana' collocata sulla facciata dell'Irish Revenue and Custom a Dublino nel 2019, un'installazione composta da 16 moduli di 2 x 7 metri (Fig. 4). Ogni modulo funziona come un fotobioreattore, un contenitore di bioplastica, progettato digitalmente su misura che utilizza la luce naturale per alimentare le colture di microalghe viventi e rilasciare sfumature luminescenti di notte. L'aria urbana non filtrata viene introdotta nella parte inferiore dei moduli; risalendo naturalmente attraverso il liquido dei fotobioreattori di bioplastica, le bolle d'aria entrano in contatto con i microbi voraci che ne catturano le molecole di anidride carbonica e le sostanze inquinanti permettendo alle alghe di crescere in biomassa. Quest'ultima può essere raccolta e impiegata nella produzione di materia prima bioplastica che costituisce il principale materiale da costruzione dei fotobioreattori; a completamento del processo biologico, l'ossigeno fotosintetizzato viene rilasciato nel microclima urbano dalla parte superiore di ogni modulo di PhotoSynthEtica.

Una variante applicativa è la BioFactory, progetto pilota realizzato nel 2021 nella sede centrale di Nestlé a Lisbona (Fig. 5) in base al quale le microalghe alimentari si nutrono delle emissioni di CO₂ della stessa fabbrica mentre sono coltivate all'interno dei fotobioreattori. La biomassa appena raccolta entra nella catena di approvvigionamento della fabbrica per diventare una materia prima rinnovabile e sostenibile per prodotti alimentari e imballaggi a zero emissioni, attivando così un processo circolare che, con la crescita delle colture, nel tempo realizza un impianto più resiliente e con livelli più alti di produttività. Tutti i progetti di ecoLogicStudio si caratterizzano quindi per rendere evidenti biotecnologie, sistemi di coltivazione, di produzione e consumo nel progetto architettonico, superando così sia il dualismo tra natura e artificio in favore di una visione armonica tra esseri sia le cattive pratiche nelle quali l'elemento naturale ha una valenza puramente estetica o decorativa (Valenti and Pasquero, 2021).

Un'altra sperimentazione di 'infrastruttura verde' capace di valorizzarne le caratteristiche ambientali e al contempo fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici è La Fabbrica dell'Aria ideata da PNAT (Project NATure), uno spin-off universitario fondato nel 2004 e un 'think tank' composto da un team multidisciplinare di botanici, agronomi, architetti e designer che si occupa di mettere in pratica una parte delle ricerche condotte dal Laboratorio Internazionale di Neurobiologia Vegetale (LINV); il suo Direttore, Stefano Mancuso (Professore Ordinario dell'Università di Firenze) e circa un centinaio di ricercatori studiano le piante nelle loro caratteristiche me-



Fig. 2 | BIOTech-HUT (2017), designed by ecoLogicStudio (source: ecologicstudio.com).

no conosciute, soprattutto per le loro capacità cognitive, cioè come le piante riescono a risolvere i problemi nell'ambiente costruito. PNAT elabora soluzioni tecnologiche innovative ispirate al modello vegetale per integrare le piante nelle città, nelle abitazioni, nei luoghi di lavoro e nello stile di vita delle persone, strutturando relazioni sinergiche tra l'ambiente naturale e artificiale, tema centrale del design biofilico e sostenibile.

La qualità dell'aria indoor è spesso sottovalutata rispetto a quella esterna; l'inquinamento interno può raggiungere valori fino a 3 volte superiori, mentre nel caso specifico dei composti organici volatili (gas contenenti una varietà di sostanze chimiche emesse da liquidi o solidi) tipo la formaldeide, le concentrazioni possono essere 10 volte superiori a quelle esterne, indipendentemente dal contesto in cui è collocato l'edificio (Tran, Park and Lee, 2020). Uno dei progetti più significativi di PNAT è La Fabbrica dell'Aria che nasce da una serie di studi sulla qualità dell'aria indoor ma anche dalla capacità delle piante di disinquinarla. Tuttavia, per poter ottenere effetti significativi se ne dovrebbe collocare una grande quantità così PNAT ha studiato un sistema che renda più efficiente la depurazione dell'aria, senza trascurare gli aspetti scenografici e di design.

Nel quotidiano, per migliorare l'aria interna si arieggiano i locali immettendo grandi volumi di aria dall'esterno che poi occorre climatizzare; La Fabbrica dell'Aria è un grande polmone verde, una serra da interni dotata di un sistema di filtrazione botanica (Stomata™) brevettato da PNAT che preleva l'aria dagli ambienti (quindi a temperatura ideale) e, dopo un passaggio forzato all'interno del volume di vetro, la reimmette nei locali, sfruttando la naturale capacità delle piante di trattenere e degradare le molecole inquinanti sia inorganiche (biossido di carbonio, composti dell'azoto, polveri sottili, ecc.) sia organi-

che (VOCs) incorporandole nella propria biomassa e costituendo così un filtro vegetale dalla durata illimitata, che non necessita di sostituzioni e molto più efficiente dei tradizionali filtri meccanici.

Per la Manifattura Tabacchi di Firenze (Fig. 6), PNAT ha sviluppato il primo prototipo de La Fabbrica dell'Aria, contribuendo alla rigenerazione dell'ex area industriale; la serra, installata nell'edificio B9, è pensata per essere una grande struttura vetrata a cavallo tra esterno e interno e ospita diverse specie di piante (Banano, Ficus, Kentia, Chamadorea, Aspidistra, Filodendrum, Microsorium, Fittonia, Dieffenbachia, Strelizia e Asplenium) con una particolare disposizione: le piante sono sistemate in modo tale da comporre diversi livelli di superficie fogliare in una sorta di percorso a ostacoli per l'aria da depurare. La serra è dotata di un impianto di irrigazione automatizzato e di un impianto di illuminazione artificiale con lampade Artemide dal design moderno che producono una luce d'ambiente, una luce con le frequenze che giovano alla fotosintesi delle piante e luci a led colorate in relazione alla fase di crescita delle piante.

La Fabbrica dell'Aria porta le piante negli spazi confinati con una veste nuova: non più come soli elementi decorativi, ma come base tecnologica di un dispositivo di bio-filtrazione botanica dell'aria all'avanguardia in grado di rispondere efficientemente, in maniera sostenibile e con costi di manutenzione molto contenuti, all'esigenza della depurazione dell'aria negli ambienti indoor: è quindi un dispositivo unico nel suo genere, nel quale le piante non sono solo elementi decorativi ma funzionano come core tecnologico. L'idea a cui sta attualmente lavorando PNAT è rendere l'installazione scalabile: a scala ridotta, creando delle mini fabbriche con la funzione di depurare in tempi rapidi l'interno di apparta-

menti di medie dimensioni tramite un piccolo volume della grandezza di mezzo metro cubo pieno di piante; a scala urbana, con grandi fabbriche che recuperano edifici inutilizzati per depurare aree della città particolarmente inquinate, in contrapposizione a quanto realizzato in Cina con alte torri, energivore ed economicamente insostenibili, che purificano l'aria attraverso particolari procedimenti chimici e fisici.

Oltre agli approcci a livello micro e meso, ecoLogicStudio ha anche messo in discussione i tradizionali approcci di pianificazione urbana attraverso il Deep Green, le cui prime sperimentazioni hanno visto coinvolte Guatemala City, Mogadiscio (Somalia) e Vranje (Serbia). Quello di Guatemala City è un Masterplan ecologico che, in un'ottica di metabolismo urbano integrato e simbiotico, utilizza l'intelligenza artificiale e gli algoritmi per definire scenari e strategie finalizzati a potenziare le infrastrutture biologiche, a metabolizzare l'inquinamento atmosferico, a gestire i rifiuti, il sistema idrico (Fig. 7) e il carbon trading e a produrre energia rinnovabile. Il 'toolkit' messo a disposizione è scalare e consente di creare città resilienti sfruttando le potenzialità del design e dell'architettura per superare lo stallo dell'attuale crisi ecologica che secondo Claudia Pasquero è legata al fatto che se si è ottenuto molto in termini di 'innovation' poco è stato fatto in termini di 'design innovation' (Valenti and Pasquero, 2021).

I casi studio riportati dimostrano che è possibile superare la cattiva pratica del greenwashing e dar vita a 'nuova ecologia' fondata sul superamento del dualismo artificiale/naturale e in cui tutti gli attori (animati e inanimati) dell'ambiente costruito concorrono a caratterizzare un inedito paesaggio 'unificato' in un rapporto di profonda conoscenza e comprensione dei bisogni reciproci. I progetti discussi dimostrano una visione sistemica supportata da un approccio olistico e in-



Fig. 3 | BioBambola (2017), designed by ecoLogicStudio (source: ecollogicstudio.com).

terdisciplinare in cui l'uso creativo e strategico della vegetazione diviene determinante per avviare la tanto auspicata transizione ecologica da una 'città cementificata' a una più 'viva' e 'adattiva', realizzando servizi ecosistemici differenti con effetti e benefici alle diverse scale, da quelle territoriali a quelle delle unità ambientali.

Il loro punto di forza è l'approccio olistico e interdisciplinare che al contempo diviene una importante barriera per una sua diffusione come prassi, da parte di architetti e ingegneri, poiché fondato su azioni di ricerca e sperimentazione quotidiana non facilmente compatibili con le esigenze e i ritmi della professione. A tal proposito, per valutare come e in che misura nella pratica professionale la vegetazione assuma un ruolo centrale e determinante per risolvere le cogenti questioni ambientali e produrre i necessari servizi ecosistemici, si riportano di seguito gli esiti del recente New European Bauhaus Prizes 2021.

Il New European Bauhaus Prizes 2021 | Per rilanciare l'European Green Deal (European Commission, 2019b) e per comprendere gli indirizzi progettuali del prossimo futuro in termini di sostenibilità la Commissione Europea ha promosso il New European Bauhaus (European Commission, 2021b) che si propone come un 'ponte' tra il mondo della scienza e della tecnologia e quello dell'arte e della cultura per avviare un progetto culturale e formativo con un impianto programmatico in divenire nel settennio 2021-2028.

I temi affrontati riguardano il cambiamento climatico attraverso l'impiego di tecniche di costruzione tradizionali e il riutilizzo dei materiali in ottica di economia circolare, soluzioni per la coevoluzione dell'ambiente costruito e per la protezione della biodiversità, processi di rigenerazione degli spazi e per l'inclusione sociale (intesa come accessibilità fisica, sociale ed economica), prodotti e processi che possono contribuire a uno stile di vita sostenibile, conservazione e trasformazione del Patrimonio Culturale per la vita della comunità, mobilitazione della cultura per la costruzione di una comunità sostenibile, soluzioni innovative di alloggio e modelli educativi che integrano i valori di sostenibilità, inclusione ed estetica sia nei contenuti che nei processi di apprendimento, il tutto attraverso la messa in rete e la condivisione di saperi complessi e diffusi come appunto quelli dell'architettura, dell'ingegneria, del design, dell'artigianato, delle nuove tecnologie e delle energie rinnovabili.

Il Concept Paper (New European Bauhaus High-Level Round Table, 2021) spiega ulteriormente la visione di una transizione 'guidata dalla cultura e dal design' verso una 'società a basse emissioni di carbonio, giusta e rigenerativa', con un 'passaggio da un'economia di crescita a un'economia di appartenenza', promuovendo una 'progettazione per il riallacciamento' con la natura ed evidenziando che gli edifici sono 'materialmente ricavati da risorse naturali limitate', pur essendo situati all'interno di ecosistemi connessi. Il New European Bauhaus è quindi lo strumento per tradurre l'European Green Deal in un'esperienza tangibile e positiva, un movimento 'aperto' per facilitare e guidare la trasformazione della nostra società verso tre valori inseparabili: a) Sostenibilità (dagli obiettivi climatici, alla circolarità, all'inquinamento zero e alla bio-

diversità); b) Estetica (qualità dell'esperienza e dello stile e funzionalità); c) Inclusione (dalla valorizzazione della diversità, alla garanzia dell'accessibilità anche economica). L'approccio dell'iniziativa è dichiarato come multilivello (da globale a locale), partecipativo e transdisciplinare e si confronta con quattro assi tematici: 1) riconnettersi con la natura; 2) ritrovare il senso di appartenenza; 3) dare priorità ai luoghi e alle persone che ne hanno più bisogno; 4) promuovere il lungo termine, il ciclo di vita e il pensiero integrato nell'ecosistema industriale.

Uno degli strumenti individuati dalla Commissione Europea è stato la call for projects lanciata per la prima edizione del New European Bauhaus Prizes (2021): più di 2.000 progetti e idee hanno contribuito a plasmare lo spirito dell'iniziativa. Per l'eccellenza e la creatività sono stati selezionati 60 finalist³ e poi assegnati un totale di 20 premi, 10 per gli New European Bauhaus Awards (NEBA) e 10 per le New European Bauhaus Rising Stars (NEBRS) per ciascuno delle 10 categorie individuate: 'Techniques, materials and processes for construction and design'; 'Buildings renovated in a spirit of circularity'; 'Solutions for the co-evolution of built environment and nature'; 'Regenerated urban and rural spaces'; 'Products and life style'; 'Preserved and transformed cultural heritage'; 'Reinvented places to meet and share'; 'Mobilisation of culture, arts and communities'; 'Modular, adaptable and mobile living solutions'; 'Interdisciplinary education models'.

Dei 60 finalisti la maggior parte provenivano dalla Spagna e dall'Italia⁴, così come tra i 20 premiati si riscontra una prevalenza della Spagna con n. 9 premi (45%), seguita dall'Italia con n. 5 premi (25%), dalla Germania con n. 2 premi (10%) e infine da Austria, Slovenia, Portogallo e Danimarca con un premio (5%) ciascuno. I progetti finalisti del New European Bauhaus Prizes 2021 sono stati analizzati, per le finalità del presente articolo, in base all'impiego di Nature-based Solutions per comprendere quanto e in che misura la vegetazione possa assumere un ruolo centrale e 'sostanziale' nei progetti del prossimo futuro. Tredici sono i progetti che presentano un uso del greenery come 'parte integrante del progetto', sotto forma di 'elemento vegetale' o di 'materiale da costruzione'; essi interessano ambiti urbani ed extraurbani diversamente densificati, scale d'intervento differenti, fabbricati nuovi ed esistenti recuperati (pubblici o privati) di dimensione varia, impiegano le diverse forme del greenery all'interno o all'esterno, su superfici orizzontali o verticali, con tecnologie tradizionali o innovative, con un approccio circolare e per valorizzare la biodiversità.

Dei tredici tre sono i progetti più innovativi che meglio esprimono il concetto di 'infrastrutture verdi' e valorizzano le sue potenzialità in termini di realizzazione di servizi ecosistemici: The Fantastic Forest Phenomenon, Gardens in the Air e Nest si distinguono per il carattere innovativo e creativo, avendo saputo da un lato cogliere le criticità dei rispettivi contesti locali e le esigenze degli abitanti, dall'altro fornire risposte concrete attraverso l'integrazione della natura – e della vegetazione in particolare – con il costruito alle diverse scale urbane (di quartiere) e dell'edificio.

The Fantastic Forest Phenomenon è un pro-

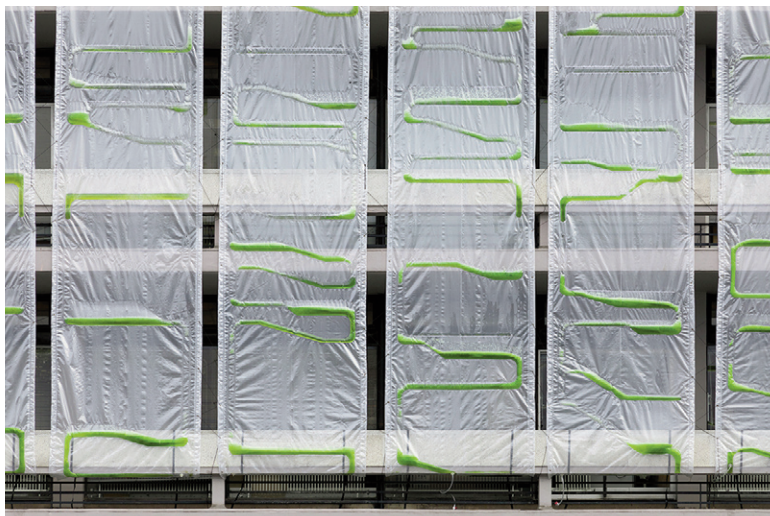


Fig. 4 | PhotoSynthEtica Curtains (2019) in Dublin, designed by ecoLogicStudio (source: ecologicstudio.com).

Fig. 5 | Biofactory, Nestlé Headquarters in Lisbona (2021), designed by ecoLogicStudio (credit: A. Cepeda).

Fig. 6 | La Fabbrica dell'Aria designed by PNAT (source: pnat.net).

getto per la rigenerazione del quartiere di Lušćić a Karlovac (Croazia), risultato già vincitore del concorso internazionale European 15 – Productive Cities nel 2019, con l'obiettivo di ripensare le strategie territoriali poiché 'le promesse di crescita infinita hanno portato a compromessi territoriali sbagliati e a uno spreco di risorse': i nuovi corridoi verdi e grigi favoriscono il flusso dinamico di persone, energia e acqua attraverso tutta la città, generando un mix di naturale e artificiale in cui le risorse locali scorrono in maniera circolare, consolidando le relazioni sociali tra gli abitanti, creando nuove opportunità di lavoro e di sviluppo economico ed eliminando gli scarti del processo produttivo (Figg. 8, 9). Ortaggi, erbe aromatiche e fiori vengono coltivati in serre idroponiche verticali (per lasciare spazio alle infrastrutture sociali del quartiere) che utilizzano sia l'acqua raccolta dalle superfici pavimentate limitrofe sia quella prodotta dalla condensa della nebbia sulle superfici vetrate, per poi essere in parte commercializzati e in parte utilizzati nella produzione di cosmetici naturali o di una tra le birre artigianali più popolari della Croazia, la Karlovačko. Anche i sottoprodotti sono reimmessi nel ciclo produttivo per la produzione di energia elettrica attraverso piccoli impianti di cogenerazione o come fertilizzante.

Gardens in the Air è un progetto per la rinaturalizzazione del quartiere di Tres Barrios-Amate a Siviglia, uno dei più poveri della Spagna i cui

abitanti, in prevalenza anziani e immigrati, vivono in appartamenti di circa 50 metri quadri e un'altezza media di 2,30 metri, fortemente provati dalle temperature estive che raggiungono i 45 °C per diverse ore del giorno; l'unico ristoro è offerto dalla climatizzazione, le cui unità esterne hanno finito per caratterizzare il paesaggio urbano. Su questi presupposti e con l'obiettivo di esplorare le risorse e le specie del quartiere e di generare nuove relazioni con e tra gli abitanti del quartiere in una chiave di sostenibilità ed equilibrio ecosistemico, è stato elaborato un progetto 'creativo' (con tre opere interconnesse) che ha visto la partecipazione di artisti, agronomi, architetti, residenti e giovani dell'organizzazione locale A.E.S. Candelaria.

La prima opera è un giardino verticale realizzato con 19 scatole di legno microforate (con trame che richiamano la natura multietnica degli abitanti), ciascuna a copertura di un'unità di climatizzazione utile a contenere un vaso di terracotta con piante irrigate dall'acqua di condensa dell'impianto meccanico (1,5 litri al giorno; Figg. 10, 11); la seconda è la produzione di profumo e oli essenziali estratti dagli scarti di potatura delle piante per generare economie circolari che valorizzino le risorse locali, promuovano la cura della natura nelle periferie e divulgano i suoi benefici ecosistemici; infine la polifonia Synergies con i suoni del quartiere e interviste ai locali per partecipare i loro potenziali legami emotivi.

NEST (Natural Eco-System Tiles) è un sistema ecologico e sostenibile che si propone come soluzione in carenza di spazi in cui valorizzare la biodiversità in ambito urbano (Barcellona) sfruttandone le superfici verticali inutilizzate; a questa funzione primaria se ne aggiungono altre, tra cui il contrasto all'inquinamento atmosferico e il miglioramento delle prestazioni termiche e acustiche delle chiusure verticali. Ma non solo: i pannelli modulari dal design parametrico sono pensati per rispondere alle specifiche esigenze dell'ecosistema locale, da un lato agevolando la crescita passiva e a bassa manutenzione della flora, dall'altro fornendo alla fauna i necessari spazi per 'nidificare', grazie alla possibilità di variarne le dimensioni, la porosità, la struttura e la consistenza (Figg. 12-15). Realizzati in argilla locale (priva di componenti tossici) tramite un processo di fabbricazione digitale additiva che si caratterizza per flessibilità nella modellazione, facile customizzazione, creazione di prototipi rapidi ed eliminazione degli scarti di produzione, i pannelli possono essere impiegati sia nelle nuove costruzioni sia in interventi di retrofitting energetico su edifici esistenti.

Discussione | Le 'soluzioni basate sulla natura' e sulle infrastrutture 'verdi' offrono un grande potenziale per fornire beni e servizi ecosistemici, favorire una migliore qualità della vita, migliorare la biodiversità, mitigare i cambiamenti climatici e

stoccare il carbonio, con molteplici benefici indiretti legati a una maggiore resilienza e adattamento degli agglomerati urbani (IPCC 2022a, chapter 8, p. 6), «[...] a smarter and more integrated approach to development, with limited space utilised in an efficient coherent way» (European Commission, 2014, p. 7). Tuttavia, come ha sottolineato Celine Baumann (Block, 2019), «[...] Greenery is unfortunately too often used as an alibi for new developments, by wrapping buildings in green as sole legitimisation of an otherwise unsustainable project»; molti progetti impiegano foreste verticali, tetti verdi, fattorie urbane e pareti viventi che apportano pochi benefici all'ambiente e talvolta sono addirittura dannosi se non utilizzati in modo corretto e 'consapevole' poiché il «[...] Greenery is not per se ecological, and the commodification of nature can lead in fact to reduced biodiversity and higher pollution levels» (Block, 2019), come nel caso dell'Apple Park e dei suoi dintorni il cui 'vestito green' (fotovoltaico e parco interno) non è sufficiente a compensare l'immenso impatto ambientale del costruito.

In quest'ottica per meglio sfruttare il potenziale del 'verde' e raggiungere un nuovo equilibrio ecosistemico è necessario, da un lato comprendere meglio i sistemi naturali e il loro funzionamento con il supporto di architetti del paesaggio, biologi ed ecologi senza i quali non è possibile promuovere una cultura progettuale olistica, inclusiva e 'meno antropocentrica', dall'altro coinvolgere le comunità locali attraverso «[...] awareness and empathy for the rich worlds of other species and entities [...] with deep respect for the complex narratives of places [...] their histories and futures» (New European Bauhaus, 2021, pp. 4-5), attribuendo, secondo la visione del 'connecting to country' delle comunità indigene, la stessa importanza a uomini, animali, risorse e piante all'interno dei sistemi naturali⁵. Pertanto se la necessità di un cambio di paradigma ci consente di afferire che la realizzazione di nuove costruzioni nuoce agli ecosistemi e alle culture locali e l'estrazione di risorse compromette la biodiversità, allora la rigenerazione in chiave sostenibile dell'habitat dovrebbe essere sempre preferita alla realizzazione di nuove città cosiddette 'verdi'.

I progetti 'avanguardisti' di ecoLogicStudio dimostrano come il design biofilico riesca a instaurare una relazione cibernetica molto promettente tra l'architettura e l'ambiente costruito attraverso la crescita di microalghe in grado di servire scopi molteplici e fornire servizi ecosistemici diversi, 'veri e propri materiali di progetto' per varie scale di intervento con elevate qualità prestazionali, per creare 'un concetto adattivo e vivente' e metabolizzare gli inquinanti prodotti dalla città. Se le sperimentazioni di ecoLogicStudio ci suggeriscono nuovi approcci altamente sofisticati per affrontare le sfide dell'urbanizzazione, gli altri casi studio illustrati dimostrano che la simbiosi tra verde e costruito può essere raggiunta a scale diverse soprattutto se sviluppata in sinergia con le comunità locali e con le pratiche vernacolari.

Nello specifico Nest e Gardens in the Air, vincitori del New European Bauhaus Prize 2021, promuovono con successo la simbiosi tra natura e costruito alla microscala, così come i progetti Bio-

tech HUT, BioBombola e PhotoSynthEtica di ecoLogicStudio, sperimentazioni del tipo bottom-up che possono essere trasferite in applicazioni di più ampia scala; la BioFactory di ecoLogicStudio consente di estendere l'uso delle alghe come forma di costruzione a scala urbana, mentre la Fabbrica dell'Aria di PNAT pone l'obiettivo di purificare l'aria delle città che sono in costante crescita; il Fantastic Forest Phenomenon e il Piano per le Infrastrutture Verdi e la Biodiversità di Barcellona hanno una visione ampia delle opportunità simbiotiche che si traduce nella integrazione di infrastrutture verdi e grigie, mentre il Deep Green, frutto della collaborazione tra ecoLogicStudio, United Nations Development Programme e partner accademici iniziata nel 2019, trasferisce questo approccio a una scala più grande, fornendo una visione del futuro nella quale intelligenza artificiale, algoritmi e dati ad alta risoluzione possono consentire di prefigurare e simulare scenari di sviluppo urbano sostenibile attraverso «[...] an interface between bottom-up processes of self-organisation such as recycling activities [...] and the strategic decision-making that occurs at municipal, national and international level».⁶

Riflessioni conclusive | Per affrontare la portata e l'urgenza delle attuali sfide globali, come il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità e la crescita incontrollata delle città, sono necessari approcci radicalmente diversi da quelli in atto. Secondo l'IPCC (2022a, chapter 8, p. 91), «[...] the demand that new and emerging cities will place on natural resource use, materials, and emissions can be minimised and avoided only if urban settlements are planned and built much differently than today [...]». Non possiamo pretendere di proteggere la biodiversità attraverso le cosiddette soluzioni basate sulla natura e le infrastrutture verdi e allo stesso tempo pianificare la costruzione di un'altra New York ogni 34 giorni fino al 2060: le due strategie sono chiaramente in contraddizione.

È quindi imperativo il richiamo al senso di responsabilità del genere umano e alla consapevolezza che viviamo in un mondo con risorse finite nel quale, pur soddisfacendo le nostre esigenze, dobbiamo costruire e consumare meno per ridurre al minimo l'impronta antropica sugli ecosistemi a scala micro, meso e macro. A tal proposito, il recente Rapporto dell'IPCC (2022a) sulla mitigazione dei cambiamenti climatici ha introdotto il concetto di 'sufficienza' all'interno del Chapter 9 e del Summary for Policy Makers, che prevede di limitare la domanda di energia, materiali, terra e acqua, garantendo al contempo il benessere per tutti entro i confini del pianeta. Tale concetto di 'sufficienza', esplicitato nel nuovo Chapter 5 – Demand, Services, and Social Aspects of Innovation, suggerisce la necessità di mettere in discussione la domanda di nuove costruzioni fin dalla fase ideativa e di considerare soluzioni alternative basate sui servizi digitali che richiedono meno superficie costruita, sulla riduzione della superficie pro capite, sulla multifunzionalità degli spazi e sul riuso del patrimonio esistente. Con questo nuovo paradigma le 'soluzioni basate sulla sufficienza' e sull'analisi della domanda possono contribuire in modo determinante ai temi del cambiamento climatico,

della perdita di biodiversità, del cambiamento dei sistemi territoriali e delle disuguaglianze globali, favorendo il raggiungimento di diversi SDGs.

Contestualmente, le soluzioni basate sulla natura e le infrastrutture verdi non dovrebbero essere considerate separatamente dall'ambiente costruito poiché sono tutti elementi strettamente interconnessi nei sistemi locali, urbani e globali che possono generare importati sinergie, così come dimostrato attraverso un approccio olistico, abilitato da tecnologie di frontiera, da ecoLogicStudio con il Deep Green e con altri casi studio a scale diverse. Infine è importante riconoscere e superare le barriere che ostacolano la diffusione dei casi studio e delle lungimiranti sperimentazioni citate, prevalentemente riconducibili a una mentalità diffusa antropocentrica che vede l'umanità come superiore agli altri esseri viventi e alla natura e a una falsa aspettativa per la quale le sfide climatiche e ambientali possano essere affrontate perseguendo una crescita economica illimitata anche a discapito dell'ecosistema. Nonostante ciò la strada verso la transizione ecologica è tracciata: i recenti Rapporti dell'IPCC (2022a, b) evidenziano infatti che le politiche degli Stati si stanno indirizzando verso cambiamenti 'aggressive and immediate' che, se rafforzati e attuati, fanno ben sperare per il futuro del nostro Pianeta.

The United Nations has described expansive urban settlements that contribute 60 per cent of global GDP as 'powerhouses of economic growth', notwithstanding that they account for 75 per cent of GHG emissions and over 60 per cent of non-renewable resource use (UN, 2022). The rapidly increasing urban agglomeration, in response to urbanisation and unparalleled consumption, tramples on the natural environment: the world is expected to require 230 billion square meters of new construction by 2060, the equivalent of adding another New York City to the planet every 34 days (UN Environment and IEA, 2017), an extraordinary prediction which threatens to exacerbate biodiversity loss, climate change, and global disparity. Another fact should give us pause for thought: the recent IPCC 6th assessment Report highlights that the urban share of GHG emissions increased by 6 per cent from 2000 to 2015, with a per capita increase of 11.8 per cent; this is mainly due to continuing growth in cities of the Global North, which produce 7 times more GHG emissions per capita than the lowest emitting region of the South (IPCC, 2022a). Despite being viewed as the main causes of climate and environmental change, cities are ironically seen as the solution; using greenery in green buildings and green infrastructures is considered the remedy for urban regeneration and for ensuring more healthy and liveable cities.

According to Xing et alii (2017, p. 14), «[...] there is an instinctive bond between human beings and other living systems, which offers a powerful force to re-green our cities». In this regard, 'nature-based solutions' are viewed as delivering multiple benefits for humans and ecosystems while promoting «[...] a more resource-efficient, inclusive and sustainable growth model» (Favre et alii, 2017, p. 510). This vision requires



Fig. 8, 9 | The Fantastic Forest Phenomenon (source: 2021.prizes.new-european-bauhaus.eu).

are underground for parking lots) and a floor area of 260,000 square meters to accommodate about 13,000 employees. Apple and Foster have not failed to advertise the sustainability of the building by highlighting the photovoltaic system of 17 MW that provides energy self-sufficiency and the internal park with 9,000 trees. These elements, however, are not enough to compensate (despite the expense of 5 bn euros) for the impact and soil occupation generated by the massive construction works, including the new road network, the ground level external parking lots, and urbanisation that is developing around the 'spaceship'.

However, there are many projects-actions, both on an urban and architectonic scale, showing a new awareness of the importance that vegetation can have for sustainability (in its three-fold social, economic and environmental aspects) of buildings, allowing us to imagine that the future of our planet may be 'greener'. In Europe, some good practices can be the Green Plans² created by Valencia, Madrid, Amsterdam, and Paris. However, Barcelona's Plan can be

considered representative for its variety of actions and the extension of the territory.

The Barcelona Green Infrastructure and Biodiversity Plan 2020 was approved in 2013 to counteract building densification (and the loss of green areas in the districts), intense vehicular traffic, air pollution, and heat island and climate change effects. Intending to increase the green area by 1 square meter per citizen before 2030, the Plan contains more than 70 projects and actions aimed at providing social and environmental services, adding nature to the city, increasing biodiversity, and the connectivity between fragmented green infrastructures, and making the city more resilient (Ajuntament de Barcelona, 2013; IEEP, 2016). It experiments with a new policy to promote the creation of urban green spaces and urban gardens in free areas, by involving the citizens. The Plan considers essential the creation of equipped green corridors that can connect the different green areas but also urban gardens and private greenery which are seen as an important component of the urban infrastructure. The coastal dunes area and the peri-urban park of Collserola receive special attention for their delicate ecosystems, but also for the positive impact they generate on tourism and the local economy.

Some of the strengths of the Plan are: the Tree Master Plan – to be implemented with a 9.4 million euros budget per year – and the Green Corridors with thick vegetation (characterized by different species and stratified placement) parallel to the roads on permeable vegetative filter strips, sufficiently large and shaded to become rest, refreshments and socializing areas especially in the warmer months (Fig. 1). A first assessment of the quality of the actions proposed by the Plan is provided by a study (Camps-Calvet et alii, 2016) carried out by the Institute of Environmental and Technology (ICTA) of Barcelona and the Norwegian Institute for Nature Research (NINA) of Trondheim researchers. They identified 20 ecosystem services ranging from food production to pollination, from social cohesion to environmental education.

Through a survey involving 245 users, the research group highlighted that cultural ecosystem services (non-material benefits deriving from the interaction of citizens with nature) stood out as the most widely understood and appreciated, while the main recipients of ecosystem services of urban gardens were the elderly, low-middle income people and immigrants. The Government considered the results of the investigation relevant and useful to evaluate and enhance the activities envisaged by the Plan. Some problems of the Plan are the absence of control on the actions implemented and the reduction of the variety of species planted in order to optimize the activities and maintenance costs of the greenery.

Also on the architectural scale, there are good practices that mostly envisage the use of well-established techniques and technologies for green facades and roof gardens, not always with measured effects on environmental and microenvironmental impact. Some projects fully express the concept of 'green infrastructure' enhancing its environmental characteristics and the wide range of potential ecosystem services, such

as ecoLogicStudio and PNAT's experiments, selected from those that can have an immediate application, with affordable costs, in our daily life.

EcoLogicStudio is an architecture and design firm specialising in biotechnology for the built environment. Co-founded in London in 2005 by Claudia Pasquero and Marco Poletto, the studio has built its reputation internationally with its experimental and innovative projects, capable of integrating systemic thought, computational design, biotechnology and digital prototyping with an approach that goes beyond the built scale to investigate future models of urban living in the Urbansphere. It was defined by Poletto (2018, p. 11) as «[...] what we may call the global apparatus of contemporary urbanity, a stack of dense informational, material and energetic networks supporting our society's increasingly demanding metabolism [...] which calls for architects to design it and to curate spatial knowledge across its scientific, artistic and technological domains». He wanted to state that the conceptual separation between city and nature has been overcome in favour of a new paradigm in which material, information and energy flows generate morphological transformations in the urban landscape, its boundaries and its layouts.

Since its creation, ecoLogicStudio has investigated nature-based solutions – to take on the many challenges contemporary cities are faced with to reach carbon neutrality and compensate for the effects of climate change – with experiments that, with the support of microbiology and biotechnology, use plant species (but also animals) as natural infrastructures, biological interconnections, biosensors or metabolisers of urban pollutants, starting from installations and small architectures, to urban planning, residential construction and public buildings. In particular, the algae have a key role in their projects, for their demonstrated ability to remetabolise some of the pollutants produced by cities but also because they are a nutritional element with a high protein intake; BIO.tech HUT, BioBombola, PhotoSynthetica Curtains and BioFactory's experiments respond to these aims.

At the Astana EXPO 2017 (Kazakhstan) BIO.tech HUT was presented. The pavilion proposed a prototype of algae farming in contemporary cities. The London-based studio explored with it the anthropological relationship between humans and the natural environment (Fig. 2). Designed in collaboration with marine biologists and algae farmers, new species of micro-organisms were used in artificial cultivation environments, growth patterns and material assemblies. The photo-bioreactive cladding was developed from a first-of-its-kind revolutionary system that uses high-speed airflow to lift the living medium into lab grade glass tubes in which the air stream creates eddies and generates a stirring effect that catalyzes the O₂/CO₂ exchange. The fluid then descends by gravity to complete the loop. The tubes become architectural elements supported by a series of sectional frames in high-performance honeycombed polycarbonate. The resulting structure is lightweight, fully recyclable and allows the penetration of solar radiation deep into the hut.

Then there was the Living Hut divided into two rooms. The Bio.light Room, is a space light-

ed only by bioluminescent bacteria activated when shaken and oxygenated by the air handling system. The H.O.R.T.U.S. (Hydro Organisms Responsive to Urban Stimuli) room, was an installation inhabited by photosynthetic colonies of cyanobacteria, which visitors were encouraged to nurture with carbon dioxide in order to generate oxygen. To finish the pavilion exhibition, there was the Garden Hut, an open space for the processing and transformation of biomass into food and electricity. The ecosystem services of the pavilion were highly performing: daily, it transformed an amount of carbon dioxide into oxygen equivalent to that of thirty-two trees and produced 1 kg of biofuel, enough to power an average home, and an amount of protein enough to feed twelve adults.

The BioBombola project (2020), with the same aim but with a smaller size and optimized to be marketed, was devised to cultivate spirulina in urban contexts and in particular in homes (Fig. 3). The kit is composed of a photobioreactor, a lab grade glass container, filled with one Spirulina strain, a culture medium with nutrients and a small air pump that constantly stirs the medium. Regarding air purification, the BioBombola absorbed the equivalent of two young trees in CO₂ while producing the same amount of oxygen as seven indoor plants and up to seven grams of Spirulina per day.

The first implementation of the properties of algae in a building was the PhotoSynthEtica Curtains, a sort of 'urban curtain' installed on the facade of the Irish Revenue and Custom in Dublin in 2019, composed of 16 modules of 2 x 7 meters (Fig. 4). Each module functions as a photobioreactor, a digitally designed and custom made bioplastic container – using daylight to feed the living micro-algal cultures and releasing luminescent shades at night. Unfiltered urban air is

introduced at the bottom of each module and naturally rises through the liquid within the bioplastic photobioreactors. The air bubbles capture the CO₂ molecules and air pollutants and allow algae to grow into biomass. The latter can be collected and used in the production of bioplastic raw material, which is the main building material of photobioreactors. At the end of the biological process, the photosynthesized oxygen is then released from the top of each PhotoSynthEtica module back into the urban microclimate.

A different application is the BioFactory, a pilot project made in 2021 in the main headquarters of Neslé in Lisbon (Fig. 5). Food micro-algae are grown inside the photobioreactors while feeding on the CO₂ emissions of the factory itself. Freshly harvested biomass enters the factory supply chain to become a renewable and sustainable raw material for carbon-neutral food products and packaging. It activates a circular process that, thanks to the growth of crops, over time, becomes a more resilient facility with higher levels of productivity. Each project by ecoLogicStudio is distinguished by the way of highlighting biotechnologies, cultivation, production and consumption systems in the architectural project, thus overcoming the nature/artifice dualism between beings and bad practices in which the natural element has an aesthetic purpose or a decorative function, in favour of a harmonious vision (Valenti and Pasquero, 2021).

Another 'green infrastructure' experimentation capable of enhancing environmental characteristics while providing a wide range of ecosystem services is the Fabbrica dell'Aria created by PNAT (Project NATURE). PNAT is a university spin-off founded in 2004, a 'think tank' made from a multidisciplinary group of botanists, agronomists, architects and designers in charge of implement-

ing part of the research carried out by the International Laboratory of Plant Neurobiology (LINV). Stefano Mancuso (the Director of LINV and a Full Professor of the University of Florence) and about a hundred researchers study the less-known characteristics of plants, especially their cognitive abilities, that is, how plants manage to solve problems in the built environment. PNAT creates innovative technological solutions inspired by the plant model to integrate plants into cities, homes, workplaces and the lifestyle of citizens, creating synergic relations between the natural and artificial environments, the core subject of the biophilic sustainable design.

The indoor air quality is often less considered than the outdoor air. Indoor pollution can reach values 3 times higher than outdoor pollution, and in the specific case of volatile organic compounds (gases containing a variety of chemical substances emitted by liquids or solids) such as formaldehyde, concentrations can be 10 times higher than external ones, regardless of the context where the building is located (Tran, Park and Lee, 2020). One of the most important projects by PNAT is the Fabbrica dell'Aria, originating from a series of studies on indoor air quality and the plant's ability to remove pollutants from the air. However, to get more significant effects a large number of plants should be placed. Therefore, PNAT has studied a system to make air pollution removal more efficient, without leaving out design and scenography aspects.

Daily, to improve the indoor air, the room is aerated with large volumes of air from the outside and then is air-conditioned. The Fabbrica dell'Aria is a big green space, an indoor greenhouse equipped with a botanical filtration system (Stomata™) patented by PNAT. It takes the air from the room (therefore at an ideal temperature) and after a forced passage inside the glass



Figg. 10, 11 | Garden in the Air (source: 2021.prizes.new-european-bauhaus.eu).

container, it puts it back into the room, using the plants' natural ability to retain and degrade both inorganic (carbon dioxide, nitrogen compounds, fine dust, etc.) and organic polluting molecules (VOCs), incorporating them into their biomass. Therefore, it constitutes a green filter of unlimited duration, which does not need to be replaced and is much more efficient than traditional mechanical filters.

For Manifattura Tabacchi in Florence (Fig. 6), PNAT has developed the first Fabbrica dell'Aria prototype, contributing to the regeneration of the former industrial area. The greenhouse is installed in the B9 building and is conceived as a big glass half-in-half-out structure containing many plant species (Banana tree, Ficus, Kentia, Chamadorea, Aspidistra, Philodendrons, Microsorium, Fittonia, Dieffenbachia, Strelitzia, Asplenium) with a specific layout. The plants are arranged to compose different levels of leaf areas, a sort of obstacle course for the air to be purified. The greenhouse has an automated irrigation system and an artificial lighting system with Artemide lamps with a modern design that creates ambient light, with frequencies that help plant photosynthesis and coloured LED lights changing according to the plant growth stage.

The Fabbrica dell'Aria brings plants to confined spaces in a new way: no longer as just decor elements but as the technological basis of a cutting-edge botanical air bio-filtration device capable of efficiently responding, in a sustainable way and with very low maintenance costs, to the need for indoor air pollution removal. It is a unique device, where plants are not only decor but provide a technological purpose. Currently, PNAT is working on making the installation scalable: on a small scale, to create mini factories with the function of quickly purifying medium-sized apartments through a small container of half a cubic meter full of plants; on an urban scale, to create big factories by repurposing unused buildings for purifying particularly polluted areas of the city – as opposed to highly energy-intensive and economically unsustainable towers built in China that purify the air through particular chemical and physical procedures.

In addition to approaches at a micro or meso level, ecoLogicStudio has also questioned traditional urban planning concepts via the Deep Green, whose first experiments involved Guatemala City, Mogadishu (Somalia) and Vranje (Serbia). Guatemala City has 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 (Fig. 7) and carbon trading, and to produce renewable energy. The available scalable 'toolkit' enables the creation of resilient cities via the potential of design and architecture to overcome the stalemate of the current ecological crisis which, according to Claudia Pasquero, is linked to the achievements in 'innovation' and few developments in 'design innovation' (Valenti and Pasquero, 2021).

The above case studies show that it is possible to overcome the greenwashing bad practice and to create a 'new ecology' based on overcoming the artificial/natural dualism and in which

all the actors (animate and inanimate) of the built environment combine to characterize an unprecedented 'unified' landscape in a profound bond made of knowledge and understanding of mutual needs. The discussed projects show a systemic vision supported by a holistic and cross-disciplinary approach in which the creative and strategic use of vegetation becomes decisive to start the much-desired ecological transition, shifting from a 'concrete city' to a more 'lively' and 'adaptive' one, creating different ecosystem services with effects and benefits from territorial to environmental units scales.

Their strength is the holistic and cross-disciplinary approach. At the same time, it is a barrier to its dissemination as a practice, for architects and engineers, because it is based on daily research and experimentation actions not easily compatible with the needs and rhythms of the job. Moreover, to evaluate how and to what extent in the professional work the greenery takes a central and crucial role, and to solve the imperative environmental problem and produce the necessary ecosystem services, the results of the New European Bauhaus Prizes 2021 are discussed below.

The New European Bauhaus Prizes 2021 | To boost the European Green Deal (European Commission, 2019b) and to inform design guidelines of the near future on sustainability, the European Commission has promoted the New European Bauhaus (European Commission, 2021b). This aims to be a 'bridge' between science, technology, art and culture worlds, with an evolving cultural educational program from 2021-2028. The subjects addressed concern climate change, the use of traditional building techniques, the reuse of materials within a circular economy, solutions for the co-evolution of the built environment and protection of biodiversity, and processes for the regeneration of spaces and social inclusion.

The Concept Paper (New European Bauhaus High-Level Round Table, 2021) further explains the vision for 'a culture and design-led' transition to a 'low-carbon, just and regenerative society', with 'a shift from an economy of growth to an economy of belonging'. It recognises that buildings are 'materially drawn from limited natural resources', while being situated within connected eco-systems, and promotes 'design for re-entanglement' with nature. The New European Bauhaus is the tool to transform the European Green Deal into a tangible and positive experience, an 'open' movement to facilitate and guide the transformation of our society towards three inseparable values: a) Sustainability (from climate goals to circularity, zero pollution, and biodiversity); b) Aesthetics (quality of experience and style, beyond functionality); c) Inclusion (valorising diversity, equality for all, accessibility and affordability). The approach of the initiative has been declared as multilevel (from global to local), participative and transdisciplinary, and is compared with four thematic axes: 1) reconnecting with nature; 2) regaining belongingness; 3) prioritising the places and people that need it the most; 4) promoting long term, life cycle and integrative thinking in the industrial ecosystem.

One of the tools selected by the European Commission was the call for projects launched

for the first New European Bauhaus Prizes (2021): more than 2,000 projects and ideas helped shape the soul of the event. For excellence and creativity, 60 finalists were selected³ and 20 prizes allocated, 10 for the New European Bauhaus Awards (NEBA) and 10 for the New European Bauhaus Rising Stars (NEBRs) for each of the 10 categories identified: 'Techniques, materials and processes for construction and design'; 'Buildings renovated in a spirit of circularity'; 'Solutions for the co-evolution of built environment and nature'; 'Regenerated urban and rural spaces'; 'Products and life style'; 'Preserved and transformed cultural heritage'; 'Reinvented places to meet and share'; 'Mobilisation of culture, arts and communities'; 'Modular, adaptable and mobile living solutions'; 'Interdisciplinary education models'.

The majority of the 60 finalists were from Spain and Italy⁴, and the 20 most awarded were mostly from Spain with 9 awards (45%), followed by Italy (25%) with 5 awards, Germany with 2 awards (10%) and finally Austria, Slovenia, Portugal and Denmark with one prize (5%) each. For the purposes of this paper, the finalist projects of the New European Bauhaus Prizes 2021 were analyzed according to the use of Nature-based Solutions to understand how and to what extent the greenery can take a central and 'important' role in future projects. Thirteen projects present the use of greenery as 'part and parcel of the project' as 'plant element' or 'construction material'. They concern urban and suburban areas differently densified, different intervention scales, new and existing restored buildings (public or private) of various sizes, use the different forms of greenery indoors and outdoors, on horizontal or vertical surfaces, with traditional or innovative technologies, with a circular approach to enhance biodiversity.

Three projects out of thirteen were found to be the most innovative in articulating the concept of 'green infrastructure' and enhancing its potential to create ecosystem services. The Fantastic Forest Phenomenon, Gardens in the Air and Nest stand out for their innovative and creative characteristics, having been able both to grasp the problems of the respective local contexts and the citizens' needs and to give concrete answers through the integration of nature – and plants in particular – with the built environment at the different urban scales (of the district) and of the building.

The Fantastic Forest Phenomenon is a project for the regeneration of the Lušić district in Karlovac (Croatia), already the winner of the international competition European 15 – Productive Cities in 2019; it aims to rethink spatial strategies, as 'promises of endless growth have resulted in bad spatial compromises and wasted resources', and affects all the urban territory: the new green and grey corridors favour the dynamic flow of people, energy and water throughout the city, generating a mix of natural-artificial elements in which local resources flow circularly, consolidating social relations between the citizens, creating new opportunities for work and economic development, and eliminating waste from the production process (Figg. 8, 9). Vegetables, herbs and flowers are grown in vertical hydroponic greenhouses (to leave space for the dis-

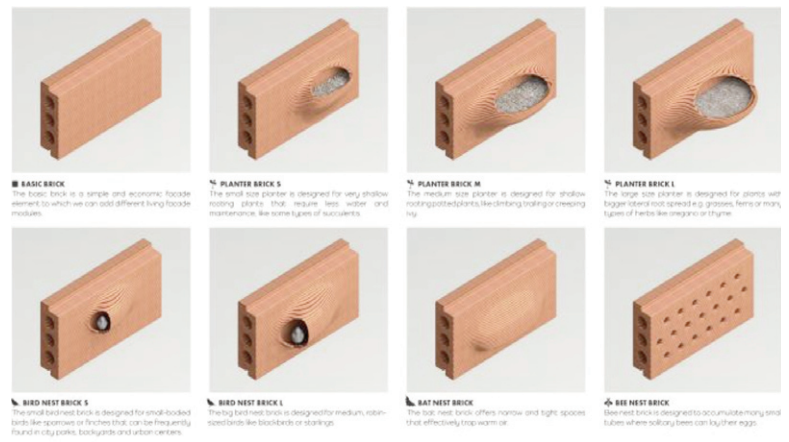
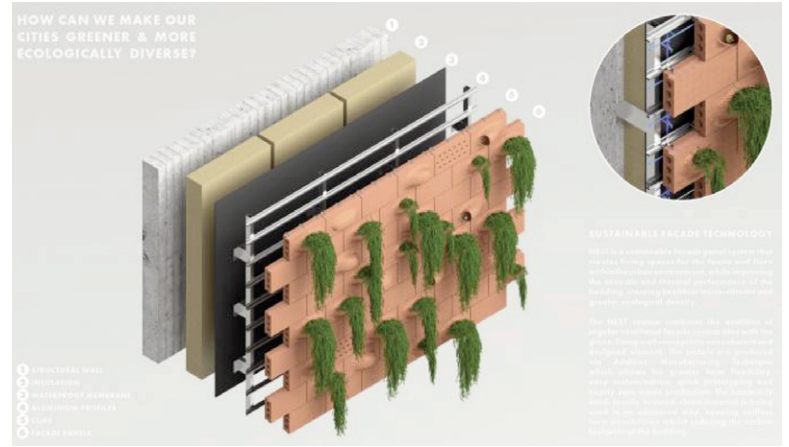
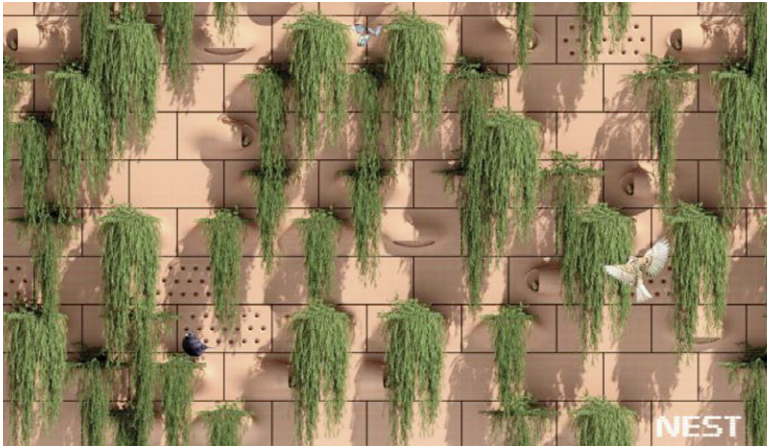


Fig. 12-15 | NEST (source: 2021.prizes.new-european-bauhaus.eu).

tract social infrastructures) using both water collected from nearby paved surfaces and that from the condensation of fog on the glass surfaces, to then be partly marketed and partly used in the production of natural cosmetics or one of the most popular craft beers in Croatia, Karlovačko. The subproducts too are reintroduced in the productive cycle to generate electric energy through small cogeneration plants or as fertilizers.

The Gardens in the Air project aims to bring back nature to the Tres Barrios-Amate district in Seville. It is the poorest district of Spain and its citizens, mostly elders and immigrants, live in apartments of about 50 square meters and an average height of 2.30 meters, distressed by summer temperatures that reach 45 °C for many hours every day. The only relief is provided by the air conditioning, whose external units characterize the urban landscape. On these premises and with the aims to explore the resources and species of the district and to generate new relationships with and among the district's citizens in a perspective of sustainability and ecosystemic balance, a 'creative' project was established (with three works intertwined) with the participation of artists, agronomists, architects, residents and young people of the local A.E.S. Candelaria.

The first work is a vertical garden made with 19 microperforated wood boxes, with patterns recalling the multi-ethnic nature of the residents. Each box covers an air conditioning unit, and it is useful for containing a terracotta pot and plants irrigated with the condensation water produced by the mechanical system (about 1.5 litres per day;

Fig. 10, 11). The second one is the production of perfumes and essential oils extracted from the pruning scraps of plants, in order to generate circular economies that enhance local resources and promote the care for nature in the suburbs and disseminate its ecosystem benefits. Finally, Synergies' polyphony with the sounds of the district and interviews with locals in order to participate in their potential emotional bonds.

NEST (Natural Eco-System Tiles) is an ecological and sustainable system that aims to be the solution to the lack of spaces to enhance biodiversity in an urban (Barcelona) setting, taking advantage of unused vertical surfaces. Other functions join this primary one, including constraining atmospheric pollution and improving the thermal and acoustic performance of external walls. But not exclusively. The modular panels with a parametric design were created to meet the specific needs of the local ecosystem, facilitating the passive and low-maintenance growth of flora, and providing fauna with the necessary spaces to 'nest', thanks to the possibility of varying their size, porosity, structure and consistency (Fig. 12-15). Made with local clay (without toxic components) with an additive digital manufacturing process characterized by modelling flexibility, easy customization, creation of quick prototypes and elimination of production waste, the panels can be used in the new buildings and energy retrofitting interventions on existing buildings.

Discussion | 'Nature-based solutions' and 'green infrastructures' offer much potential to deliver eco-

system goods and services, foster a better quality life, improve biodiversity and mitigate climate change, both directly through sequestering and storing carbon and indirectly by inducing a cooling effect, with multiple co-benefits including increased resilience and adaptation (IPCC 2022a, chapter 8, p. 6); in addition, they offer «[...] a smarter and more integrated approach to development, with limited space utilised in an efficient coherent way» (European Commission, 2014, p. 7). However, as Celine Baumann pointed out, «[...] Greenery is unfortunately too often used as an alibi for new developments, by wrapping buildings in green as sole legitimisation of an otherwise unsustainable project» (Block, 2019): while many new projects are incorporating vertical forests, green roofs, urban farms and living walls, they give little benefit – or are even actively harmful – unless deployed properly and sensitively: «[...] Greenery is not per se ecological, and the commodification of nature can lead in fact to reduced biodiversity and higher pollution levels». We have seen how 'an elegant green dress', photovoltaics and an internal park are not enough to compensate for the immense footprint of Apple Park and its surrounds.

In this context, to better benefit from the strength of 'greenery' and get a new ecosystemic balance, we should understand natural systems and their operation more deeply, assisted by landscape architects, biologists and ecologists. Without them, it would be impossible to promote a holistic, inclusive, 'less human-centric' design culture while engaging with local communities. This requires «[...] awareness and empa-

thy for the rich worlds of other species and entities, with deep respect for the complex narratives of places [...] their histories and futures» (New European Bauhaus, 2021, pp. 4, 5). In this regard, the indigenous world view of 'connecting to country' accords equal importance to humans, animals, resources and plants within natural systems⁵. Such a change in mindsets will recognise that the creation of new built forms often tramples upon ecosystems and local cultures, with resource extraction also damaging biodiversity. Thus, the sustainable regeneration of existing habitats should always be preferred to the creation of the so-called 'green' cities.

As exemplified by ecoLogicStudio's 'avant-garde' projects, biophilic design exhibits a highly promising cybernetic relationship between architecture and the built environment via growth of micro-algae capable of serving multiple purposes; these include the use of 'fully-fledged design materials' with high-performance qualities to create 'an adaptive and living concept', even consuming CO₂. Such approaches are envisaged at various scales, from domestic interiors to offices, buildings – even at city scale, while metabolising pollutants produced by the city. EcoLogicStudio experiments offer new highly sophisticated advances to meet the challenges of urbanisation; the other case studies further explain how symbiosis of greenery and built form may be achieved at different scales, especially if in collaboration with local communities and vernacular practices.

The 2021 New European Bauhaus Prize winners, Nest and Gardens in the Air, successfully pursue symbiosis at microscale, as do ecoLogicStudio's Bio.tech HUT, BioBimbola, and PhotoSynthEtica curtains – with these bottom-up experiments expected to lead to wider applications. In addition, ecoLogicStudio's BioFactory seeks to extend the use of algae as a building form to an urban scale, while PNAT's Fabbrica dell'Aria seeks to purify the air in growing cities. We have also seen how the Fantastic Forest Phenomenon and Barcelona's Green Infrastructure and Biodiversity Plan take a wide view of symbiotic opportunities, by integrating various green and built infrastructures, while Deep Green (Guatemala City) takes this thinking to an even higher level. Involving the collaboration of eco-

LogicStudio with UNDP and academic partners, it opens up a view of the future that employs artificial intelligence, algorithms, and high-resolution data to produce simulated scenarios of sustainable urban development through «[...] an interface between bottom-up processes of self-organisation such as recycling activities [...] and the strategic decision-making that occurs at municipal, national and international level».⁶

Closing remarks | To meet the scale and urgency of current global challenges, such as climate change, biodiversity loss and urbanisation, radically different approaches are required. According to the IPCC (2022a, chapter 8, p. 91), «[...] the demand that new and emerging cities will place on natural resource use, materials, and emissions can be minimised and avoided only if urban settlements are planned and built much differently than today [...]». We cannot claim to protect biodiversity via so-called nature-based solutions and green infrastructure, while at the same time planning to build another New York City every 34 days until 2060: the two strategies are clearly contradictory. Therefore, it is imperative to appeal to our sense of responsibility and awareness, acknowledging that we live in a world with finite resources; hence, while meeting our needs, we must build and consume less in order to minimise the human footprint on ecosystems at the micro, meso and macro scales.

In this regard, the recent IPCC report on mitigation of climate change introduced the concept of 'sufficiency' – avoiding demand for energy, materials, land and water while delivering well-being for all within planetary boundaries – within Chapter 9 and the Summary for Policy Makers (IPCC, 2022a). Complemented by a new Chapter 5 on Demand, Services, and Social Aspects of Innovation, sufficiency presents an opportunity to question the demand for new structures at the outset, and to consider alternative solutions that may utilise digital services requiring less real estate, reducing floor area per capita in housing and other buildings, multi-functionality of space, and repurposing and refurbishing existing stock. Based on this new paradigm 'sufficiency and demand-side solutions' are critically important in arresting the steep upward trajectory of curves related to climate change, biodiversity loss, land sys-

tem change, in addition to global inequity and meeting the SDGs.

At the same time, nature-based solutions and green infrastructures should not be considered in isolation from the built environment. These should be viewed as connected elements in local, urban and global systems, from which synergies may be uncovered. Such holistic approaches, enabled by frontier technologies, were demonstrated by ecoLogic Studio with the Deep Green and in addition to other case studies at different scales. It is important to recognise and surmount barriers to such forward-looking approaches; these include widespread mindsets that view humanity as superior to other living beings and the environment, the false expectation that climate and other challenges may be met while pursuing endless economic growth, and the view of many in the construction and development fields that nature may be trampled upon to satisfy these ends. Nonetheless, the path towards the ecological transition is traced: the recent reports of the IPCC (2022a, b) highlight 'aggressive and immediate' policy changes which, if reinforced and implemented, offer a ray of hope for the future of our planet.

Acknowledgements

The contribution, resulting from a common reflection, is to be assigned in equal parts to both Authors.

Notes

1) For more information on Seoul, '10 minute' city, see the webpage: weforum.org/videos/24681-10-minute-city-planned-for-seoul-south-korea-in-2024#:~:text=The%20new%20125%2Dacre%20development,duer%20for%20completion%20in%202024 [Accessed 20 April 2022].

2) For an overview of the current green policies of cities see Opla website: opla.eu/casestudy/ [Accessed 20 April 2022]. Oppla is an archive with the latest consideration on natural capital, ecosystem services, and nature-based solutions. It is supported by the European Commission under the Environment (including climate change) – Theme

of the 7th Framework Programme for Research and Technical Development.

3) The winner and finalist projects of the New European Bauhaus Prize 2021 have been published on the webpage: prizes.new-european-bauhaus.eu/finalists [Accessed 20 April 2022].

4) In detail, of the 60 finalist projects, 21 were from Spain, 17 from Italy, 8 from Portugal, 4 from Germany, 2 from Poland and 1 each from Austria, France, Romania, Cyprus, Belgium, Slovenia, Croatia and Denmark. There are some projects worth mentioning. Ulia Garden, winner of the 'New European Bauhaus Awards' in the category 'Reinvented places to meet and share' and Socio-Environmental Inclusion, finalist of the 'New European Bauhaus Rising Stars' in the categories 'Regenerated urban and rural spaces' and 'Reinvented places to meet and share' where social inclusion is the core element of the project, via the cultivation of vegetable gardens and medicinal herbs.

Then, the project Via Appia – Heritage and nature for all, finalist of the 'New European Bauhaus Rising Stars' in the category 'Preserved and transformed cultural heritage', where nature and archaeology merge and the need for sustainable mobility is promoted both for better use and better preservation. The urban regeneration project The Fantastic Forest Phenomenon, finalist of the 'New European Bauhaus Rising Stars' in the category 'Solutions for the co-evolution of built environment and nature'. Moreover, roof gardens and vertical garden walls traditional and innovative solutions, with the projects Garden in the Air, winner of the 'New European Bauhaus Awards' in the category 'Buildings renovated in a spirit of circularity', Xifre Rooftop Floating Wild Garden, winner of the 'New European Bauhaus Awards' in the category 'Preserved and transformed cultural heritage' and also a finalist in the categories 'Buildings renovated in a spirit of circularity', 'Solutions for the co-evolution of built environment and

nature’, ‘Regenerated urban and rural spaces’ and ‘Reinvented places to meet and share’, and NEST, winner of ‘New European Bauhaus Rising Stars’ in the category ‘Solutions for the co-evolution of built environment and nature’. Moreover, the gardens between public and private projects Zero Waste House, winner of the ‘New European Bauhaus Rising Stars’ in the category ‘Buildings renovated in a spirit of circularity’ and The Garden House in the City, finalist of the ‘New European Bauhaus Awards’ in the category ‘Solutions for the co-evolution of built environment and nature’. And finally, the use of components and materials of natural origin, especially wood, as the projects: ROSANA, winner of the ‘New European Bauhaus Awards’ in the category ‘Solutions for the co-evolution of built environment and nature’, Inhabiting an Enclosed Landscape, finalist of the ‘New European Bauhaus Rising Stars’ in the categories ‘Techniques, materials and processes for construction and design’, ‘Buildings renovated in a spirit of circularity’, ‘Solutions for the co-evolution of built environment and nature’ and ‘Regenerated urban and rural spaces’ and Origami Pavilion, finalist of the ‘New European Bauhaus Rising Stars’ in the category ‘Modular, adaptable and mobile living solutions’.

5) For more information see the webpage: governmentarchitect.nsw.gov.au/projects/designing-with-country [Accessed 20 April 2022].

6) For more information see the webpage: msd.unimelb.edu.au/the-climate-imaginary/ecologicstudio/deep-green [Accessed 15 May 2022].

References

- Ajuntament de Barcelona (2013), *Barcelona Green Infrastructure and Biodiversity Plan 2020*. [Online] Available at: ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Barcelona%20green%20infrastructure%20and%20biodiversity%20plan%202020.pdf [Accessed 12 May 2022].
- Block, I. (2019), “Greenery is often ‘sole legitimisation’ for unsustainable buildings says Céline Baumann”, in *dezeen*, 31/10/2019. [Online] Available at: dezeen.com/2019/10/31/celine-baumann-landscape-architecture/ [Accessed 12 May 2022].
- Camps-Calvet, M., Langemeyer, J., Calvet-Mir, L. and Gómez-Baggethun, E. (2016), “Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain – Insights for policy and planning”, in *Environmental Science & Policy*, vol. 62, pp. 14-23. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.007 [Accessed 12 May 2022].
- de Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B. and da Luz Soares, G. R. (2020), “Concepts and forms of greenwashing – A systematic review”, in *Environmental Science Europe*, vol. 32, article 19, pp. 1-12. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3 [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2021a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Forging a Climate-Resilient Europe – The new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*, document 52021DC0082, 82 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52021DC0082 [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2021b), *New European Bauhaus – Beautiful, Sustainable, Together*. [Online] Available at: europa.eu/new-european-bauhaus/index_en [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2019a), *Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Review of progress on implementation of the EU Green Infrastructure Strategy*, document 52019DC0236, 236 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:236:FIN [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2019b), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal*, document 52019DC0640, 640 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2014), *Building a Green Infrastructure for Europe*, Publications Office. [Online] Available at: doi.org/10.2779/54125 [Accessed 12 May 2022].
- European Commission (2013), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital*, document 52013DC0249, 249 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249 [Accessed 12 May 2022].
- Faivre, N., Fritz, M., Freitas, T., Boissezon, B. and Vandewoestijne, S. (2017), “Nature-based solutions in the EU – Innovating with nature to address social, economic and environmental problems”, in *Environmental Research*, vol. 159, pp. 509-518. [Online] Available at: dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032 [Accessed 12 May 2022].
- IEEP (2016), *The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection – Annex 1 – 20 Case Studies*. [Online] Available at: ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/pdf/Health%20and%20Social%20Benefits%20of%20Nature%20-%20case%20studies.pdf [Accessed 12 May 2022].
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022a), *Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change*, Switzerland. [Online] Available at: report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf [Accessed 12 May 2022].
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022b), *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability – Summary for Policymakers*, Switzerland. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf [Accessed 12 May 2022].
- Kohlstedt, K. (2016), “Renderings vs reality – The improbable rise of tree-covered skyscrapers”, in *99% Invisible City*, 04/11/2016. [Online] Available at: 99percentinvisible.org/article/renderings-vs-reality-rise-tree-covered-skyscrapers/ [Accessed 12 May 2022].
- Moreno, C. (2020), *Projet Portes de Paris – Ville du Quart d’Heure Territoire de la Demi-Heure – Transitions Urbaines et Territoriales*, Livre Blanc. [Online] Available at: chaire-eti.org/wp-content/uploads/2019/12/Livre-Blanc-2019.pdf [Accessed 12 May 2022].
- New European Bauhaus High-Level Round Table (2021), *New European Bauhaus Concept Paper*, NEB High-Level Round Table, 30 June. [Online] Available at: europa.eu/new-european-bauhaus/high-level-round-table-visions_en [Accessed 12 May 2022].
- Olson, E. (2021), “Plants on Rooftops – Greenwashing in Architecture”, in *The Climate Change Review*, 08/02/2021. [Online] Available at: ucsdcimatereview.org/post/plants-on-rooftops-greenwashing-in-architecture [Accessed 12 May 2022].
- Parker, J. and Zingoni de Baro M. E. (2019), “Green Infrastructure in the Urban Environment – A Systematic Quantitative Review”, in *Sustainability*, vol. 11, issue 11, 3182, pp. 1-20. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su11113182 [Accessed 12 May 2022].
- Pawlowska K. and B. Jawecki (2021), “The determination of priority areas for the construction of green roofs with use of the urban valorisation method”, in *Sustainability*, vol. 13, 13227, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su132313227 [Accessed 12 May 2022].
- Poletto, M. (2018), *The Urbansphere – Architecture in the age of ubiquitous computing*, Doctoral Thesis, RMTI University. [Online] Available at: researchrepository.rmit.edu.au/esploro/outputs/doctoral/The-Urbansphere-Architecture-in-the-age/9921861966101341 [Accessed 12 May 2022].
- Savas, W. (2016), “Green Infrastructure and Urban Biodiversity”, in *Landscape Architecture Frontiers*, vol. 4, issue 3, pp. 40-51. [Online] Available at: journal.hep.com.cn/laf/EN/Y2016/V4/I3/40 [Accessed 12 May 2022].
- Shen, Z., Li, Y., Yang, K. and Chen, L. (2019), “The emerging cross-disciplinary studies of landscape ecology and biodiversity in China”, in *Journal of Geographic Science*, vol. 29, issue 7, pp. 1063-1080. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11442-019-1645-7 [Accessed 12 May 2022].
- Tran, V. V., Park, D. and Lee, Y.-C. (2020), “Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality”, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, issue 8, article 2927, pp. 1-27. [Online] Available at: doi.org/10.3390/ijerph17082927 [Accessed 12 May 2022].
- UN – United Nations (2022), *Goal 11 – Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable*. [Online] Available at: unric.org/en/sdg-11/ [Accessed 12 May 2022].
- UN Environment and IEA – International Energy Agency (2017), *Global Status Report 2017 – Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. [Online] Available at: unep.org/news-and-stories/story/buildings-and-construction-sector-grows-time-running-out-cut-energy-use-and [Accessed 12 May 2022].
- Valenti, A. and Pasquero, C. (2021), “La seconda vita dei micro organismi – Il design biodigitale 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 May 2022].
- Xing, Y., Jones, P. and Donnison, I. (2017), “Characterisation of nature-based solutions for the built environment”, in *Sustainability*, vol. 9, issue 1, 149, pp. 1-20. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su9010149 [Accessed 12 May 2022].
- Ying, J., Zhang, X., Zhang, Y. and Bilan, S. (2021), “Green infrastructure – Systematic literature review”, in *Economic Research – Ekonomska Istraživanja*, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.1080/1080/1331677X.2021.1893202 [Accessed 12 May 2022].
- Zhang, K. and Chui, T. F. M. (2019), “Linking hydrological and bioecological benefits of green infrastructures across spatial scales – A literature review”, in *Science of the Total Environment*, vol. 646, pp. 1219-1231. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.355 [Accessed 12 May 2022].