

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

Alessandro Valenti with Claudia Pasquero (ecoLogicStudio)

ABSTRACT

Riflettere oggi, in qualità di progettisti e di ricercatori, sul tema della Seconda Vita significa porsi non soltanto domande circa le possibili declinazioni contemporanee di questo termine all'interno di un campo disciplinare definito da saperi che intrecciano ambiti quali l'Urbanistica, l'Architettura, gli Interni e il Design, ma anche esplorare il concetto stesso di vita rendendo gli organismi viventi, umani e non, parte attiva della speculazione e delle eventuali sperimentazioni dando nuovo significato ad azioni come la rigenerazione o il riuso. Per farlo, è necessario ampliare il raggio di intervento e coinvolgere altre discipline come la biologia e l'informatica, ma anche la filosofia, l'antropologia e molte altre. Esempio di questa pratica è il design sistemico, un metodo definito dalla combinazione e integrazione di pensiero sistemico, design computazionale, biotecnologia e prototipazione. Si tratta di un approccio allargato del design – che spazia dal micro al macro – incorporato in applicazioni dove i progetti e le installazioni diventano laboratori interattivi basati sulla collaborazione interspecie. Testimonianza di questo approccio è il lavoro svolto da una realtà multidisciplinare come ecoLogicStudio, attraverso la teoria e la pratica.

To reflect today, as designers and researchers, on the issue of Second Life, is to pose questions not only about the potential contemporary articulations of the term within a disciplinary field defined by knowledge that intertwines sectors like Urbanism, Architecture, Interior Design and Design but also to explore the very concept of life rendering living organisms – both human and not – as an active part of the speculation and the eventual experimentations giving new meaning to actions like regeneration or reuse. To do so, it is necessary to amplify the range of intervention and to engage other disciplines like biology and computer science, but also philosophy, anthropology and many more. An example of this practice is systemic design, a method defined by the combination and integration of systemic thought, computational design, biotechnology and prototyping. It is an extended approach to design – ranging from the micro to macro – incorporated in applications where projects and installations become interactive laboratories based on interspecies collaboration. A testament to this approach is the work carried out by a multidisciplinary entity like ecoLogicStudio, through theory and practice.

KEYWORDS

design sistemico, design biodigitale, design ricostituente, biotecnologia, dark ecology

systemic design, bio-digital design, restorative design, biotechnology, dark ecology

Alessandro Valenti, Architect and PhD, is an Adjunct Professor of Interior Architecture at the University of Genoa's Department of Architecture and Design (Italy) and a Guest Professor at BUCT University in Beijing. He has always dealt with new forms of living, focusing his research on the relationships between architecture, design, interiors and their cross-pollination with other forms of knowledge. He is especially fascinated by the combination between analogue and digital worlds. E-mail: alessandro.valenti@unige.it

Claudia Pasquero, Architect and PhD, in addition to her role as co-Founder and co-Director of ecoLogicStudio, collaborates with various academic Institutions. She holds an academic position both at the Bartlett School of Architecture UCL in London, and at Innsbruck University. Email: claudia.pasquero@uibk.ac.uk

Per molti, compresi quelli della generazione dei quarantenni, il termine Second Life rimanda a un ambiente interattivo online, una sorta di isola felice generata dai server della Linden Lab, lo sviluppatore di software americano che ideò e lanciò, nel 2003, un nuovo mondo virtuale elettronico digitale dove le persone trascorrevano il proprio tempo ad allacciare rapporti sotto forma di avatar. L'avatar personalizzato diveniva «[...] la personalità di ricambio per giocare una seconda chance nel rapporto con gli altri, rapporto che magari nella vita reale è stato usurato dalle consuetudini, da naturali limitatezze di stato sociale, problemi caratteriali o, molto più frequentemente, un aspetto fisico non corrispondente ai canoni del successo» (Nicoletti, 2008, pp. 78, 79). C'è qualcosa di promettente nell'associare il concetto di 'seconda vita', inteso come ulteriore opportunità, al tema delle relazioni, aspetto che qui, attraverso progetti basati sulle interazioni simbiotiche, si vorrebbe approfondire e sviluppare all'interno del contesto sul quale siamo chiamati a riflettere: l'Antropocene e le sue implicazioni in problemi globali quali il cambiamento climatico, la scarsità di risorse non rinnovabili, la produzione crescente di rifiuti, l'emissione di inquinamento, la contaminazione di cibo e acqua, la tutela della salute e l'attuale emergenza pandemica.

Se in passato l'atteggiamento del mondo del progetto verso la natura era imitativo, interessato per lo più alle sue forme e figure lette come fonti di ispirazione puramente estetica, più di recente i designer hanno dimostrato un interesse inedito per i suoi processi e per la loro comprensione. Paola Antonelli, ad esempio, parla di design ricostituente, riconoscendo le aberrazioni dell'Antropocene e segnalando progetti di nuova generazione che cercano la collaborazione interspecie, la mescolanza e la circolarità. Si tratta di sperimentazioni – esposte nell'ambito XXII Triennale di Milano del 2019 – che promuovono l'empatia e la consapevolezza del fatto che l'uomo è parte integrante della natura e non il suo padrone (Antonelli and Tannir, 2019).

Scrivo in un breve saggio Timothy Morton (2019a, p. 12): «[...] ci troviamo commisti in una sorta di campo di relazioni che ospita sia fratture e separazioni sia connessioni. E quello che definirei il noi, intendendo con questo termine ogni possibile forma di vita, resta di un'alterità radicale e perturbante agli altri come a sé stesso». E continua più avanti: «[...] a partire dal periodo Neolitico, la maggior parte delle cosiddette civiltà hanno adottato una qualche forma di razzismo che consentisse quello che oggi viene chiamato specismo, ossia il pregiudizio e la convinzione dell'esistenza di una netta linea divisoria tra umani e non umani». In questo scenario, che promuove una diversa comprensione dell'ambiente in cui viviamo, con l'uomo inteso come essere ecologico, si inserisce il lavoro di Marco Poletto e Claudia Pasquero, fondatori di ecoLogicStudio¹, studio londinese avviato nel 2005 dopo una formazione al Politecnico di Torino e alla Architectural Association School of Architecture di Londra, specializzato in problemi energetici e ambientali, che con una serie di progetti sperimentali ha dato

nuova vita a organismi come le muffe, i funghi o le microalghe intrecciando tecnologia e natura, biologia e digitale.

I due architetti, impegnati sul fronte della ricerca scientifica e universitaria² oltre che su quello professionale, sono system thinkers interessati ai rapporti ciberneticici tra l'architettura e l'ambiente e, da tempo, creano infrastrutture naturali atualizzando l'Internet of Things tramite interconnessioni biologiche (Bullivant 2012). A ben vedere si tratta di relazioni tra umani e non, che, cercando nuove forme di armonia tra esseri viventi, potrebbero attribuire nuovo senso a parole come 'rigenerazione' di quanto già esistente o 'riuso', interpretando, ad esempio, piante e specie animali come biosensori urbani o ricorrendo a processi quali la rimetabolizzazione degli inquinanti sperimentando soluzioni di design in grado di rielaborarli.

Testimoniano concretamente questa attitudine, declinata attraverso applicazioni multiscalari, molti dei loro progetti che impiegano organismi viventi: invenzioni che spaziano dalla microbiologia alla biotecnologia, che sfociano in installazioni artistiche ma anche in architetture – che integrano sistemi di dati e di crescita dei batteri – e persino in mappe alla scala urbana che vanno ben oltre l'idea lineare caratteristica della città convenzionale a fronte di un concetto adattativo e vivo. Le alghe, in queste sperimentazioni, entrano in gioco per produrre energia e cibo del futuro consumando CO₂. Penso a opere come Bio.tech HUT, Padiglione per l'Expo 2017 di Astana, in Kazakistan, immaginato come un prototipo di abitazione del futuro che esplora il rapporto antropologico tra uomo e ambiente naturale; a BioBombola, progetto pionieristico nato durante il lockdown, basato sulla coltivazione in ambito domestico di un giardino di alghe, oppure alla facciata dublinese dell'installazione Photo.Synth.Etica, del 2018, che cattura la CO₂ dall'atmosfera e la immagazzina in tempo reale grazie a fotobioreattori che utilizzano la luce solare per nutrire microalghe luminescenti.

E dunque addentriamoci nella progettazione di ecoLogicStudio, entriamo nelle dinamiche che determinano quello che, come si legge nel manifesto dello studio, è oggi il ruolo dell'architetto, che oscilla tra l'articolazione di soluzioni tettoniche, la codifica di protocolli urbani, l'allevamento di effetti materiali, l'attivazione di tendenze future e l'inquadramento del loro svolgimento nello spazio e nel tempo. Osserviamo da vicino quelli che sono i casi studio che ci riconducono a un'idea diversa di rigenerazione (con la tecnologia che viene considerata come nuova natura), basati su promettenti forme di utilizzo di organismi viventi come le microalghe che, per i due architetti/ricercatori, sono un vero e proprio materiale di progetto, anzi una materia attiva con prestazioni altamente performanti, applicabile – a scale diverse – agli interni domestici, agli uffici, agli edifici, agli spazi pubblici, con una logica di filiera più distribuita, con processi più aperti e trasparenti che rendono possibile il liberarsi di una creatività urbana collettiva.

Durante l'intervista condotta per la stesura del presente articolo, racconta Claudia Pasquero: «Abbiamo iniziato nel 2006 a lavorare con

le micro alghe, tra i più antichi organismi del pianeta. La ragione per cui abbiamo pensato di integrarli all'interno del contesto urbano è la loro resilienza e il fatto che sono in grado di essere quasi completamente fotosintetici perché, a differenza di altri organismi, non devono usare energia per strutture complesse. Impieghiamo le alghe in progetti transcalari: le studiamo con il microscopio ma immaginiamo applicazioni scalabili fino al livello della città ed, eventualmente, del territorio. La nostra intenzione, sin dall'inizio, è stata quella di renderle il più possibile centrali nel contesto urbano e di integrarle nella vita quotidiana di quello che potremmo considerare il nuovo abitante, sfruttando la possibilità che hanno di rimetabolizzare alcuni degli inquinanti prodotti dalle città. Sono molto efficaci in questo, ed è il motivo per cui molte delle sperimentazioni che stiamo conducendo sono incentrate sulla questione della qualità dell'aria. Altre sperimentazioni indagano i temi del cibo e dell'alimentazione: questo perché le microalghe, principalmente la spirulina, sono coltivabili con un kit e possono essere raccolte in casa con un setaccio. Sono molto nutrienti: un cucchiaino di spirulina equivale, come apporto proteico, al fabbisogno giornaliero di una famiglia». È evidente che possono essere una valida alternativa alle proteine animali e dunque intervenire nella spinosa questione del riscaldamento globale provocato dagli allevamenti di bestiame dove per una singola mucca si produce metano equivalente a qualche tonnellata di CO₂ all'anno.

Vediamo allora alcuni casi studio che esplicano questi modelli. Il primo, sopra citato, è una fattoria dove nuove specie di microrganismi vengono addomesticate e trasformate in colture artificiali. Progettato in collaborazione con biologi marini e coltivatori di alghe, BIO.tech HUT (Figg. 1-4) è uno strumento per sondare il futuro, testare scenari e promuovere l'emergere di una nuova narrazione dell'energia di domani. La struttura ideata, costituita da tre ambienti connessi fluidamente tra di loro, è altamente performante: ospita colture viventi che, al pari delle piante, giornalmente assorbono quantità considerevoli di CO₂ (l'equivalente di 32 grandi alberi), producendo al contempo ossigeno (l'equivalente di 32 grandi alberi). Non è tutto: dalle microalghe verdi viene estratta quotidianamente la quantità di olio necessaria a produrre 1 kg di biocarburante, sufficiente per alimentare una casa media. Poi c'è il tema delle risorse alimentari: una microalga come la clorella contiene fino al 60% di proteine; BIO.tech HUT potrebbe quindi produrre abbastanza proteine da garantire l'assunzione giornaliera raccomandata per 12 adulti, praticamente l'equivalente della carne di 8 mucche.

Il secondo progetto introduce la coltivazione high-tech nel contesto urbano ed è la concretizzazione di una ricerca che mira a definire una nuova ecologia sostenibile sia in termini di spazi che di comportamenti quotidiani: l'idea si basa sulla possibilità di avere, in casa, uno speciale giardino indoor dove far crescere la spirulina. L'alga, nutrita con la BioBombola (Figg. 5-7), aiuta a purificare l'aria assorbendo l'anidride carbonica e ossigenando le case in modo più efficace rispetto alle comuni piante da appartamento.



Fig. 1-4 | BIO.tech HUT. At the EXPO 2017 in Astana (Kazakhstan), ecoLogicStudio created a pavilion synthesizing the studio's research through the prototype of a future algae farm that explores the anthropological relationship between mankind and the natural environment in the Anthropocene. The structure is composed of three fluidly interconnected environments that respond to the needs of a living space where primary necessities (oxygenation, nourishment, energy) are ensured by the cultivation practices of living organisms. Architect: ecoLogicStudio (M. Poletto, C. Pasquero); Design Team: M. Poletto, C. Pasquero, M. Pendenza, A. Mouzakopoulos, K. Alexopoulos, T. Greskova (photos by NAARO).

to. Dopo questo esperimento, ecoLogicStudio ha deciso di sviluppare ulteriormente il concetto e di creare un'attrezzatura minima che include la BioBombola, un kit di raccolta, un sacchetto di nutrienti e un lotto iniziale di cellule di spirulina. La BioBombola è composta da un fotobioreattore, un contenitore in vetro da laboratorio che contiene un ceppo di spirulina e un terreno di coltura ricco di sostanze nutritive. A livello di purificazione dell'aria, assorbe l'equivalente in CO₂ di due giovani alberi e produce ossigeno come 7 piante d'appartamento. Permette inol-

tre di raccogliere fino a sette grammi di spirulina al giorno. «Crediamo che questo prodotto contribuirà a ridisegnare alcune delle logiche che ci hanno portato all'attuale crisi sanitaria. Se noi, collettivamente, trasformiamo gli inquinanti dell'aria in alimenti altamente nutritivi, ci saranno meno opportunità per i virus di sfruttare filiere alimentari insostenibili e per le atmosfere inquinate di raggiungerci e attaccarci», sottolinea la progettista.

La terza installazione è una tenda urbana bio-digitale, presentata a Dublino in occasione

del Climate Innovation Summit 2018. Photo. Synth.Etica (Figg. 8-10), questo è il nome³, cattura dall'atmosfera circa 1 kg di anidride carbonica al giorno – che corrisponde all'equivalente di quella assorbita da 20 alberi di grandi dimensioni – immagazzinandola nei fotobioreattori che utilizzano la luce diurna per nutrire le colture viventi di microalghe e rilasciano bagliori luminescenti durante la notte. Due metri quadrati di facciata corrispondono a circa 50 litri di coltura di microalghe. Il peso quindi è di circa 100 volte inferiore a quello di un albero maturo

integrato a un edificio. L'occupazione dello spazio è di 10 volte inferiore. L'aria inquinata della città entra nella parte inferiore della tenda urbana e mentre le bolle d'aria salgono naturalmente attraverso il mezzo acquoso all'interno dei fotobioreattori bioplastici, le molecole di CO₂ e gli inquinanti atmosferici vengono catturati e immagazzinati dalle alghe e trasformati in biomassa, che può essere raccolta e impiegata nella produzione di nuova bioplastica. L'ossigeno nato dalla fotosintesi invece è libero di uscire e ritornare nella città. Attualmente il team di ecoLogicStudio sta lavorando alla sua applicazione in contesti post-pandemici nell'ambito del retail.

In tutti i progetti menzionati è evidente la simbiosi tra esseri, umani e non umani presenti nella città. Detto questo, va specificato un aspetto importante: ecoLogicStudio con il termine 'esseri' contempla accanto agli uomini, alle piante, agli animali, agli insetti, alle muffe anche le identità artificiali come gli androidi. Nella loro visione la Urbansphere, sistema di infrastrutture che permette la sopravvivenza delle città, e la Biosphere, sistema che ha a che fare con le infrastrutture naturali e gli organismi viventi che la abitano, non sono antagoniste: uomo, batteri e robot non sono in contrapposizione e neppure in competizione. La loro è una visione di città dinamica in continuo cambiamento dove i processi materiali sono esposti e vi è una naturale condivisione dei luoghi tra sistemi umani e non umani, una città dove si crea un'alleanza tra diversi tipi di intelligenza. Gli scienziati definiscono questa forma di convivenza intelligenza collettiva, un'intelligenza che emerge da multiple unità e non è centralizzata. «Un modo, quindi, di visione partecipata nell'elaborare concetti che era la base dell'architettura pre-industriale, un modo condiviso e davvero ecosostenibile, in quanto affine ai meccanismi propri della natura» (Balloccchi, 2018).

Alla base di questa concezione ecologica sistemica fondata sull'impossibilità di separare organismo e ambiente c'è, come riferimento culturale e scientifico, il pensiero di Gregory Bateson espresso nel libro del 1972 *Steps to an Ecology of Mind*, volume che contiene i più importanti scritti prodotti dall'antropologo britannico nell'arco di oltre 35 anni. Questi saggi «[...] propongono, nel loro complesso, una nuova maniera di intendere le idee e quegli aggregati di idee che io chiamo 'menti'. Questa maniera di intendere la chiamo 'ecologia della mente', o ecologia delle idee. È una scienza che ancora non esiste come corpus organico di teoria e conoscenza» (Bateson, 1977, p. 19). L'argomento del libro, recita in chiusura l'introduzione, «[...] è la costruzione di un ponte tra i fatti della vita e del comportamento, e ciò che oggi sappiamo sulla natura della struttura e dell'ordine». L'intenzione è quella di creare parametri nuovi capaci di instaurare fra organismo e ambiente una relazione basata sulla flessibilità dei modelli di azione che definiscono il comportamento degli organismi fra loro e con l'ecosistema che abitano.

Claudia Pasquero, tramite l'intervista, ci guida tra queste teorie per rintracciare nei progetti dello studio, che impiegano il disegno parametrico per realizzare soluzioni e prototipi di bioar-

chitettura, modi attuali di interpretare il concetto di seconda vita. «Più che di seconda, magari, parlerei anche di terza, quarta, quinta vita. La questione riguarda principalmente come le risorse vengono trasformate e come, in maniera pregiudiziale, alcune di queste vengono spesso considerate problematiche quando invece potrebbero essere valutate diversamente. Pensiamo, ad esempio, a quando parliamo di inquinazione: è arrivato il momento di capire quanto sia sbagliato continuare a definire gli elementi in maniera univoca attribuendo loro una connotazione negativa, appellandoli come inquinanti, mentre sono semplicemente elementi che sono presenti nell'aria, nell'acqua o nella terra in modo non bilanciato. Se prendiamo i particolati fini, o a anche la CO₂, è vero che sono sostanze dannose per gli esseri umani, e per molti degli organismi che abitano il pianeta, ma è anche vero che costituiscono un nutriente per le microalghe per le quali, dunque, sono cibo e non un inquinante. Lo stesso vale per i batteri: è vero che possono essere nocivi, ma ogni giorno gli scienziati scoprono nuovi modi per impiegarli in modo positivo. Comprendere simili differenze è importante».

Continua Claudia Pasquero «Crediamo che oggi, nell'attivare questi processi di ricircolo, il ruolo del progetto sia quello di rendere più trasparenti, o più visibili, i sistemi di trasformazione del cibo, delle risorse, dei materiali. Fare architettura non significa più interessarsi solo della forma, della struttura o della morfologia, ma anche della morfogenesi dell'oggetto architettonico e della città, compresi i flussi energetici e materiali che li definiscono. Occuparsene significa renderli più evidenti a tutti, ovvero fare in modo che le biotecnologie, i sistemi di coltivazione, o i sistemi di produzione e consumo, siano maggiormente integrati nel contesto architettonico. È un modo per superare la segregazione tra abitato e sistema produttivo ereditata dal modernismo, quello stesso che, negli edifici, promuoveva la superficie bianca per combattere batteri, ragni, funghi e, nelle città, proponeva lo zoning come modello urbanistico. Probabilmente entrambi i paradigmi, sia estetico che organizzativo, avevano una loro ragione di essere nel contesto socioeconomico, politico e architettonico del tempo. Al momento sono superati e vanno considerati un retaggio del passato che ci impedisce di ragionare in modo sistemico. È auspicabile, invece, accettare un'estetica che valorizzi i batteri, così come ammettere l'esistenza di limiti e confini non definiti tra il naturale e l'artificiale o sostenere un'organizzazione della città che permetta un maggior livello di integrazione tra sistemi di produzione e sistemi abitativi».

Il dialogo con Claudia Pasquero si sposta su un altro progetto-manifesto presentato nel 2018 a Parigi, al Centre Pompidou, che rappresenta come in natura l'estetica sia una misura dell'intelligenza ecologica. L'opera interattiva, intitolata H.O.R.T.U.S. XL *Astaxanthin.g* (Figg. 11-13), è un paesaggio biodigitale, una scultura vivente stampata in 3D (la prima al mondo) colonizzata da cianobatteri fotosintetici. Un algoritmo digitale simula la crescita di un substrato ispirato alla morfologia del corallo, depositato da macchine a stampa 3D. I ciano-

batteri vengono inoculati a formare le unità di intelligenza biologica del sistema; i loro metabolismi, alimentati dalla fotosintesi, convertono le radiazioni in ossigeno e biomassa: lo scambio avviene in collaborazione con i visitatori invitati a interagire con le microalghe. Ragionando sull'installazione approdiamo all'attualità del termine ecologia e all'influenza di Bateson nella teoria e nella pratica di ecoLogicStudio.

«È l'autore del libro da cui deriva il nome dello studio», precisa Claudia Pasquero. «La sua idea di ecologia non si limita a essere una lista di buone pratiche da compiere o di compiti da assolvere, è piuttosto un'interconnessione tra differenti menti, e quindi un sistema complesso fatto di interazioni tra sistemi. Tali pratiche sono determinate sia da relazioni logiche che metalogiche. Un ulteriore aspetto che vorrei citare di Bateson è proprio l'aver messo l'accento sui linguaggi metalogici, non come attacco alla scienza tradizionale ma come constatazione di quanto questa, da sola, non sia in grado di aiutare gli esseri umani a comprendere il mondo che hanno intorno. Il design, in quanto linguaggio visuale non scritto, appartiene ai metalinguaggi e, come tale, ci permette di avvicinarsi ai problemi ecologici da un punto di vista diverso, consentendoci anche di conversare con sistemi non umani. Mi riferisco alla possibilità di interfacciare la teoria di Bateson con quella di Frei Otto, un architetto che, per il calcolo delle strutture, ha lavorato sull'analog computing e sulle simulazioni analogiche».

Il riferimento è interessante e contribuisce a inquadrare l'ambito di ricerca di Marco Poletto e Claudia Pasquero e il loro approccio multidisciplinare e transcalare. Frei Otto, per tutta la vita, non ha smesso di credere che l'architettura potesse creare un mondo migliore e ha sviluppato un approccio olistico e collaborativo, lavorando con ambientalisti, biologi, ingegneri, filosofi, storici, naturalisti, artisti e altri architetti. ecoLogicStudio, analogamente, si occupa di innovazione integrando il mondo del progetto con scoperte provenienti da altre discipline e coinvolgendo figure quali biologi, computer scientists, programmatori. «Uno dei suoi libri che a noi ha interessato di più è *Occupying and Connecting*», continua Pasquero a proposito di Frei Otto. «Soprattutto quando parla di *surface occupation* e di come, sia nei sistemi naturali che in quelli artificiali, questa si manifesti materialmente tramite dei pattern che sono collegabili e descrivibili attraverso algoritmi». Impossibile non citare la tassellazione di Voronoi, un importante strumento di comprensione delle leggi naturali che secondo lo stesso Otto (2008, p. 60) non solo riguarda modelli di frammentazione, effettivi frattali, come nell'argilla o nel basalto, ma anche distribuzioni di gocce su superfici, ad esempio la formazione della condensa d'acqua o i granelli di polvere e sabbia.

Pasquero, spiegando il famoso diagramma, cita come esempi di *surface occupation* le ali della libellula ma anche il *cracking* del deserto di sale in Bolivia: «[...] tramite l'utilizzo di questi pattern siamo in grado di leggere fenomeni ecologici. Il loro linguaggio visivo, la loro estetica, è espressione del loro stato e delle loro trasformazioni materiali. Questo, per noi, è un punto molto importante perché collega il lavoro sui

Big Data e l'Artificial Intelligence con quello sulla biologia e le biotecnologie. Questi pattern possono essere letti dagli esseri umani ma anche dai sistemi di machine learning. Attraverso di essi si esprimono processi materiali nei sistemi naturali».

E proprio la natura, e la sua definizione, è l'ulteriore argomento che affrontiamo con Pasquero. In architettura spesso è contrapposta all'artificio. *ecoLogicStudio* con le loro teorie sostiene l'annullamento di questo genere di separazioni a favore di una visione armonica tra esseri, allontanandosi peraltro sia dalla classica estetica green che dall'idea di verde decorativo, con evidenti rimandi al pensiero di filosofi che discutono dell'esistenza della natura, di ecologia senza natura o di Dark Ecology, un'idea di ecologia, non più locale e anti-globalista, capace di accogliere la grandezza, la complessità e l'orrore della natura (Morton, 2019b). Il loro interesse, evidente nei progetti, è quello di lavorare con i pattern in modo che il design possa favorire un sistema quasi auto organizzativo del pianeta, integrando elementi che appartengono sia alla biotecnologia che alla natura. Si tratta di progetti che hanno un'estetica molto forte e una componente di coinvolgimento e interazione che si fonda sul metalinguaggio dell'arte.

«L'ecologia deve passare anche attraverso sistemi sensoriali di piacere visivo, olfattivo, e quindi permetterci di capire i sistemi ecologici vedendoli, mangiandoli, sentendoli, studiandone l'estetica e l'integrazione nella vita quotidiana degli individui», afferma Pasquero. «In questo contesto uno dei ruoli dell'architettura potrebbe essere quello di stimolare le coscienze delle persone in modo estetico verso simili temi attraverso progetti che riproducono alcuni processi naturali come la coltivazione delle alghe. Questo tipo di approccio permetterebbe di sensibilizzare un largo numero di persone attraverso un processo estetico piuttosto che tramite il semplice utilizzo di dati e grafici. Oggi si parla molto di inquinamento atmosferico e di come la CO₂ ci danneggi poiché l'essere umano ha bisogno di ossigeno. In una città del futuro, batteri come le alghe potrebbero risolvere il problema perché respirano CO₂. L'architettura può diventare la giusta interfaccia per permettere questo tipo di interazione».

Ascoltando queste parole viene in mente un ultimo progetto di *ecoLogicStudio* che, parlando di microalghe e di fotosintetici, è la prova della scalarità delle loro ricerche che interagiscono con processi dark come la biodigestione o la rimetabolizzazione di sostanze inquinanti e di scarto per creare economie verdi. È il masterplan ecologico Deep Green (Figg. 14, 15), che usa l'intelligenza artificiale per aumentare la presenza naturale nelle città attraverso infrastrutture biologiche capaci di metabolizzare gli agenti definiti inquinanti convertendo i rifiuti in materie riutilizzabili per nuovi processi produttivi. Sostanzialmente si tratta di una nuova interfaccia di pianificazione green, che prevede strategie innovative per il re-greening urbano, il re-wilding, l'agricoltura urbana, le cui prime sperimentazioni hanno visto coinvolte Guatemala City, Mogadiscio (Somalia) e Vranje (Serbia). I dati open source di queste tre città,

relativi al paesaggio e alle infrastrutture, sono stati analizzati attraverso algoritmi per poi definire scenari e strategie di gestione dei rifiuti, conservazione e riciclaggio delle acque, produzione e trasferimento di energia rinnovabile, sistemi naturali di filtrazione dell'inquinamento.

«Per noi è importante integrare processi dinamici di questo tipo e iniziare a leggerli, a capirli. È il caso dei 'movimenti' dei rifiuti in realtà come Guatemala City, 'movimenti' dell'inquinamento che non sono magari evidenti a occhio nudo ma che si possono visualizzare tramite dati o altri tipi di interfaccia, dei quali certi elementi organici possono diventare biosensori. Sono modi molto efficaci per interagire con queste dinamiche. Come diceva la filosofia greca: 'nulla è permanente tranne il cambiamento'. Il climate change, dunque, esiste ma il cambiamento è una caratteristica intrinseca del pianeta. C'è sempre stato, e non è possibile tornare indietro. Però possiamo interagire con questi sistemi dinamici naturali o artificiali e leggerli, comprenderli meglio, e tramite i sistemi architettonici renderli più espliciti ed eventualmente instillare dei comportamenti positivi. L'ipotesi del nostro lavoro è che se fossimo in grado di esplicitare questi processi, e di interagire, potremmo cambiare il sistema e trasformare i rifiuti in opportunità. Credo che il design e l'architettura abbiano in questo momento un grande potenziale per contribuire a risolvere l'attuale crisi ecologica, il cui stallo, secondo me, deriva dal fatto che abbiamo ottenuto molto in termini di 'innovation' ma abbiamo fatto poco in termini di 'design innovation'. Ovvero: le tecnologie ci sono, forse anche troppe, peccato che non siano state integrate nel contesto sociale e nelle abitudini quotidiane. Non possono poche persone, situate in cima alla piramide, risolvere 'top down' il problema ecologico, distribuendo la tecnologia in modo cieco. La logica, per un approccio serio alla questione, deve essere 'bottom up'. Gli scienziati sono arrivati fino qui. Il prossimo step sarà un design step che affronterà come la tecnologia possa essere integrata, come possa comunicare con multipli sistemi e diventare più resiliente. Un sistema non resiliente sovrappone, semplicemente, un edificio a una biotecnologia. Bisogna integrarli, e l'unico modo per farlo è lavorare sulla progettazione di questa integrazione».

Simili affermazioni sono la conferma di come, stando a una visione sistemica degli edifici e della città, gli architetti non si dovrebbero occupare solamente di forme statiche ma della relazione tra forma, energia e processo, quindi di elementi dinamici. Il tema è quanto mai attuale, soprattutto se riferito alla situazione di pandemia che il mondo sta attraversando a livello globale.

Per Claudia Pasquero «[...] siamo ancora vittime del paradigma modernista per quanto riguarda la relazione con i batteri e con i virus. Ovviamente il Coronavirus è pericoloso ma uno dei maggiori equivoci, parlando di reazione al virus, è stata la risposta architettonica e urbanistica. Le risposte sono rimaste le stesse dell'epoca della peste descritta da Camus, ovvero: cercare di chiudere la porta al virus. Peccato che questo sia un organismo sistemico piccolissimo che non si ferma esattamente sulla por-

ta. Le soluzioni sono altre: i dati, i sistemi, i monitoraggi, la swarm intelligence, in pratica tutto ciò che serve per calcolarne posizione e movimento. Gli applet messi a disposizione dai Governi sono inadeguati: non hanno mappe, né visualizzazioni che indichino come si muove il virus in tempo reale. Servono informazioni molto più chiare, più accurate e anche più distribuite. Deep Green fornisce questo tipo di informazioni, non in modo specifico sul Coronavirus anche se, con il nostro team, abbiamo iniziato a sviluppare degli algoritmi anche su questo».

«Tornando nel vivo del progetto, negli ultimi 3 anni abbiamo lavorato in collaborazione con UNDP (United Nations Development Programme), applicando inizialmente alcuni degli algoritmi che già da tempo utilizzavamo per il disegno della città e di alcune nostre architetture. Sono algoritmi di surface occupation riconducibili agli studi di Frei Otto, evoluti con sistemi di biocomputation. Questi algoritmi sono stati applicati inizialmente alla mappatura dei sistemi di re-greening, mappando i punti fotosintetici, connettendoli all'abitato ed elaborando previsioni su come potessero cambiare. Il concept è stato poi applicato ai rifiuti che, per esempio, nella città di Guatemala costituiscono una delle criticità maggiori perché percolano e creano problemi geologici abbastanza importanti. Anche qui è stato proposto, tramite gli algoritmi, una ridistribuzione dei punti dei rifiuti, connettendola al sistema di distribuzione delle acque. Sostanzialmente quello che il Deep Green fa è partire da concept – definiti blue green planings – che vengono riproposti ad alta risoluzione tramite un disegno algoritmico della città. Lo step ulteriore, che abbiamo sviluppato nell'ultimo anno e mezzo, è stato quello di trasferire queste informazioni ad algoritmi di Artificial Intelligence che propongano visioni trasformate della mappa satellitare della città. Questi algoritmi informano la mappa e la trasformano, cioè trasformano morfologicamente la città. Questo è quello che Deep Green sta facendo». Quello che invece *ecoLogicStudio* fa, aggiungiamo noi, è sostenere l'interdipendenza tra l'intelligenza digitale e quella biologica. E promuovere una nuova natura dopo l'architettura.

For many, including the generation now in their forties, the term Second Life references an interactive online environment, a sort of happy island generated by the servers of Linden Lab, the American software developer that in 2003, ideated and launched a new digital electronic virtual world where people spent their time developing relationships in the form of avatars. The personalized avatar became a spare personality to play at a second chance in relationships with others, a relationship that has been worn out perhaps by habits in real life, by natural limitations of social status, character problems or, more frequently, a physical appearance that doesn't correspond to the canons of success (Nicoletti, 2008, pp. 78, 79). There is something promising about associating the concept of a 'second life', understood as an extra opportunity, to the question of relationships, an aspect that here, through projects based on symbiotic interactions,



Fig. 5-7 | BIOBombola. An experiment on the domestic scale conducted during the lockdown, which suggests a new way of living and eating. The idea is that of a home with an indoor garden to cultivate algae like spirulina. The project, in addition to suggesting alternative ways to consume protein, absorbs carbon dioxide and oxygenates homes more efficiently than common domestic plants, favouring a satisfying everyday interaction with nature. Architect: ecoLogicStudio (M. Poletto, C. Pasquero); Design Team: C. Pasquero, M. Poletto with G. Drakontaeidis, R. Mangili, E. Tsomokou; Academic Partners: Synthetic Landscape Lab IOUD Innsbruck University, Urban Morphogenesis Lab BPRO The Bartlett UCL (photos by NAARO).

we would like to examine and develop within the context on which we are called to reflect: the Anthropocene and its implications in global problems, like climate change, the scarcity of non-renewable resources, the growing production of waste, pollution emissions, the contamination of food and water, health protection and the current pandemic emergency.

While the world of design's past attitudes towards nature were imitative, interested mostly in its forms and figures seen as sources of purely aesthetic inspiration, designers have more recently displayed an unprecedented interest in its processes and comprehension. Paola Antonelli, for example, speaks of restorative design, recognizing the aberrations of the Anthropocene and identifying new generation projects that seek interspecies collaboration, conglomeration and circularity. These are experiments – exhibited at the XXII Triennale di Milano in 2019 – that promote empathy and awareness of the fact that man is an integral part of nature and not its master (Antonelli and Tannir, 2019).

In a brief essay, Timothy Morton (2019a, p. 12) writes that we find ourselves mixed together in a sort of field of relationships that hosts both

fractures and separations as well as connections. And what I would define as we, meaning by this term every possible form of life, remains of a radical and disturbing alterity to others and to itself; beginning from the Neolithic period, most of the so-called civilizations had adopted some form of racism that allowed for what we now call speciesism, or rather prejudice and the conviction that there exists a clear dividing line between humans and non-humans. In this scenario promoting a different understanding of the environment in which we live, where man is understood as an ecological being, we find the work of Marco Poletto and Claudia Pasquero, founders of ecoLogicStudio¹, a London-based studio launched in 2005 after studying at the Politecnico di Torino and the Architectural Association School of Architecture in London, specializing in energetic and environmental issues. Through a series of experimental projects, the duo has given new life to organisms like mould, fungus or micro-algae, weaving technology with nature, biology and the digital realm.

The two architects engaged at the forefront of scientific and academic experimentation², not to mention the professional realm, are system

thinkers interested in the cybernetic relationships between architecture and the environment that, for some time now, have created natural infrastructures updating the Internet of Things through biological interconnections (Bullivant 2012). On closer inspection, these are relationships between humans and non-humans which, searching for new forms of harmony between living beings, could lend new meaning to words such as 'regeneration' of what already exists, or 'reuse', interpreting, for example, plant and animal species as urban bio-sensors, or by resorting to processes like the re-metabolization of pollutants by experimenting with design solutions capable of reworking them.

Many of their projects that employ living organisms tangibly testify to this approach, articulated through multi-scale applications: inventions that range from micro-biology to bio-technology, resulting in artistic installations, architectures – which integrate data systems and the growth of bacteria – and even maps on the urban scale that go well beyond the linear idea characteristic of a conventional city in the face of an adaptive and living concept. Algae, in these experiments, come into play to produce the energy and food

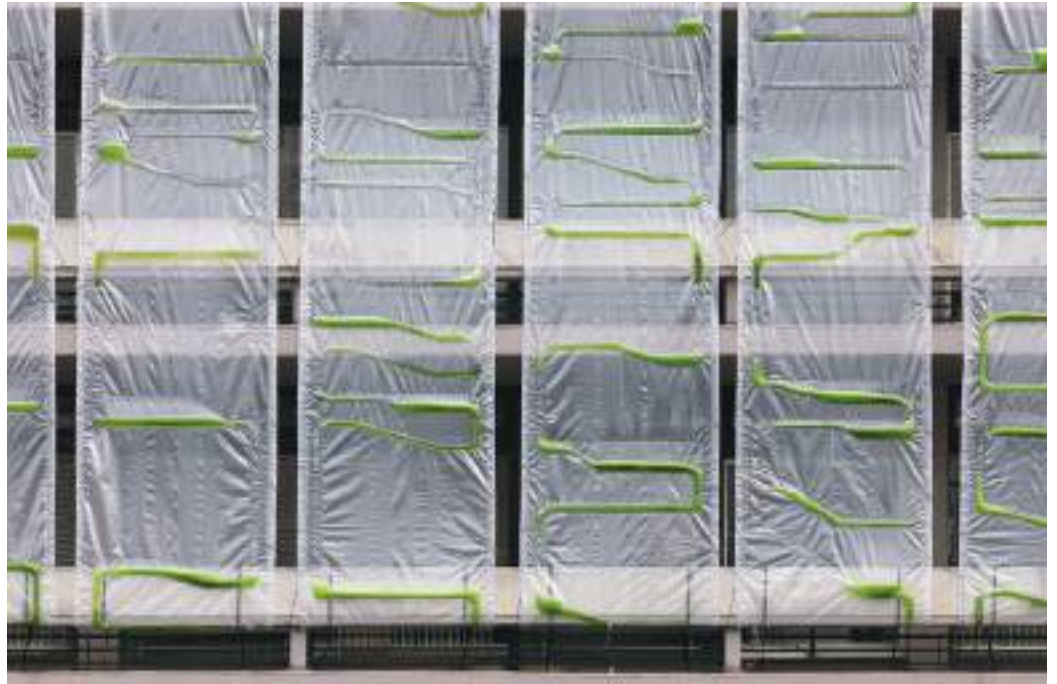


Fig. 8-10 | Photo.Synth.Etica. An urban tent that captures carbon dioxide and releases oxygen thanks to the beneficial acts of micro-algae. A bio-tent envelops the first and second floor of the main facade of the Printworks Building at the Dublin Castle and is composed of 16 modules, each measuring 2 x 7 meters. The proposal suggests the use of cutting-edge technology based on digital and biological intelligence as a potential avenue to addressing the issue of urban design. Architect: ecoLogicStudio (C. Pasquero, M. Poletto); Design Team: K. Alexopoulos, N. Aulitzky, S. Soni, R. Staples, C. Vrantsi, C. W. Yang; Structural Engineering: M. van de Worp – Nous Engineering, USA; Bioplastic Supply and Manufacturing Support: J. Woollard – Polythene, UK; Microalgae Cultures Supply: Dr. Fiona Moejes – Bantry Marine Research Station, Ireland (photos by NAARO).

of the future, consuming CO₂. Works like Bio.tech HUT come to mind, the pavilion at Expo 2017 in Astana (Kazakhstan) imagined as a prototype of future habitats exploring the anthropological relationship between man and the natural environment; or BioBombola, a pioneering project born during the lockdown and based on the cultivation of an algae garden in the domestic realm; and the facade of 2018's Photo.Synth.Etica installation in Dublin, capturing CO₂ from the atmosphere and storing it in real-time thanks to photobioreactors that use solar light to feed luminescent micro-algae.

And so we dive into the design of ecoLogic-

Studio, entering into the dynamics that determine what, as the studio's manifesto reads, is now the role of the architect, oscillating between the articulation of tectonic solutions, the codification of urban protocols, the cultivation of materialistic effects, the activation of future trends and the framing of their development in space and time. We closely observe those case studies that lead us to a diverse idea of regeneration (with technology that is considered a new nature), based on promising forms of the use of living organisms like micro-algae. For the two architects/researchers, these are full-fledged design materials, active materials with high-perfor-

mance qualities applicable – on various scales – in domestic interiors, offices, buildings and public spaces, with a more distributed supply chain logic and more open and transparent processes that make it possible to liberate a collective urban creativity.

During our interview, Claudia Pasquero explained their journey: «In 2006, we started to work with micro-algae, among the oldest organisms on the planet. We thought to integrate them within the urban context for their resilience and for the fact that they can be almost entirely photosynthetic because, unlike other organisms, they don't need to use energy for complex structures.

We use the algae in multi-scale projects: we study them with a microscope but imagine applications scalable up to the city and, eventually, the entire territory. From the very beginning, we intended to bring them as central as possible within the urban context and to integrate them into the everyday life of what we might consider the new inhabitant, exploiting the ability they have to re-metabolize some of the pollutants produced by the city. They are very efficient in this, which is why many of the experiments we are conducting are focused on the question of air quality. Other experiments investigate themes of food and nutrition, as the micro-algae – mainly spirulina – can be cultivated with a kit and can be collected at home with a sieve. They hold many nutrients: a teaspoon of spirulina contains, in terms of protein, the daily requirements for an entire family». They can be a valid alternative to animal proteins and thus intervene within the thorny issue of global warming provoked by livestock farms, where a single cow's methane production equates to a few tons of CO₂ per year.

Let's look, then, at several case studies that clarify these models. The first, mentioned above, is a farm where new species of micro-organisms are domesticated and transformed in artificial cultures. Designed in collaboration with marine biologists and algae cultivators, BIO.tech HUT (Figg. 1-4) is a tool to probe the future, testing scenarios and promoting the emergence of a new narrative for the energy of tomorrow. The structure conceived, consisting of three fluidly connected environments, is incredibly efficient, hosting living cultures that, just like plants, absorb considerable amounts of CO₂ every day (the equivalent of 32 large trees), while also producing oxygen (the equivalent of 32 large trees). But that's not all: the amount of oil necessary to produce 1 kg of biofuel is extracted each day from the green micro-algae, enough to power a medium-sized house. Then there's the issue of food resources: micro-algae like chlorella contains up to 60% protein, meaning BIO.tech HUT could produce enough protein to guarantee the daily recommended intake for 12 adults – essentially the equivalent of meat from 8 cows.

The second project introduces high-tech cultivation within the urban context and is the actualization of a study that aims to define a new sustainable ecology both in terms of spaces and daily behaviours: the idea is based on the possibility to have a special indoor garden to grow spirulina right at home. The algae, fed with the BioBombola (Figg. 5-7), help purify the air, absorbing carbon dioxide and oxygenizing homes more efficiently than common house plants. After this experiment, ecoLogicStudio has decided to further develop the concept and to create minimalist equipment that includes the BioBombola, a collection kit, a pack of nutrients and an initial batch of spirulina cells. The BioBombola is composed of a photobioreactor, a container in laboratory glass that contains a strain of spirulina and a nutrient-rich culture medium. In terms of air purification, it absorbs the equivalent of CO₂ from two young trees and produces as much oxygen as 7 house plants. It also allows for up to seven grams of spirulina to be collected each day. «We believe this product will help reshape some of the issues that brought us into the cur-

rent health crisis. If collectively, we transform air pollutants into highly nutritional foods, there will be fewer opportunities for viruses to exploit unsustainable food chains and for the polluted atmospheres to reach and attack us», underlines the designer.

The third installation is a bio-digital urban tent, presented in Dublin at the Climate Innovation Summit 2018. Known as Photo.Synth.Etica³ (Figg. 8-10), it captures nearly 1 kg of carbon dioxide from the atmosphere every day – the equivalent of that absorbed by 20 large trees – storing it in the photobioreactors that use daylight to feed living cultures of micro-algae, glowing luminescent by night. Two square meters of facade correspond to approximately 50 litres of micro-algae culture. The weight, then, is around 100 times less than that of a mature tree, integrated with a building. It also takes up 10 times less space. The polluted city air enters into the lower part of the urban tent and while air bubbles rise naturally through the aqueous medium within the bioplastic photobioreactors, CO₂ molecules and atmospheric pollutants are captured and stored by algae before being transformed into biomass, which can be collected and used in the production of new bioplastics. The oxygen born from photosynthesis, meanwhile, is free to leave and return into the city. Currently, the ecoLogicStudio team is working on its application in post-pandemic contexts within the retail sector.

In all of the projects mentioned, the symbiosis between human and non-human beings within the city is clear. That said, an important aspect requires clarification: ecoLogicStudio, with the term 'beings', contemplates artificial identities like androids alongside humans, plants, animals, insects and moulds. In their vision, the Urbansphere, an infrastructure system that allows the city to survive, and the Biosphere, a system that deals with the natural infrastructures and living organisms that inhabit it, are not antagonists: mankind, bacteria and robots are not in opposition or competition. Theirs is a vision of the dynamic city in continuous evolution, where materialistic processes are exposed and a natural sharing of space occurs between human and non-human systems – a city where an alliance is created between different types of intelligence. Scientists define this form of coexistence as collective intelligence, or a decentralized intelligence emerging from multiple units. An approach, then, of a participatory vision in elaborating concepts that was the basis of pre-industrial architecture, a shared and truly sustainable approach, similar to the mechanisms of nature (Balocchi, 2018).

At the base of this systematic ecological conception founded on the impossibility of separating organism and environment is, as a cultural and scientific reference, Gregory Bateson's idea expressed in the 1972 book *Steps to an Ecology of Mind*, a volume that contains the most important writings produced by the British anthropologist in the span of over 35 years. These essays propose a new way of thinking about ideas and about those aggregates of ideas called 'minds'; Bateson calls this way of thinking the 'ecology of mind,' or the ecology of ideas; it is a science which does not yet exist as an organized body of theory or knowledge (Bateson,

1977, p. 19). The argument of the book, stated in the introduction's closing, which it is concerned with building a bridge between the facts of life and behaviour and what we know today of the nature of pattern and order. The intention is that to create new parameters capable of establishing a relationship between organism and environment based on the flexibility of action models that define the behaviour of organisms between one another and with the ecosystem they inhabit.

In our interview, Claudia Pasquero guides us through these theories to trace current approaches to interpreting the concept of second life in the studio's projects, which rely on parametric design to craft bio-architectural solutions and prototypes. «More than second, perhaps, I'd say even third, fourth, or fifth life. The question mainly concerns how resources are transformed and how, in a prejudicial way, some of these are often considered problematic when instead they could be evaluated differently. Think, for example, of when we speak about pollution: the time has come to understand how wrong it is to continue to define elements univocally, giving them a negative connotation and labelling them as pollutants, when they are simply unbalanced elements present in the air, earth or water. If we take fine particles, or even CO₂, it's true that they are harmful for humans, and for many of the organisms that inhabit the planet, but it's also true that they serve as a nutrient for the micro-algae and are therefore food, not pollutants. The same can be said of bacteria: it's true that they can be harmful, but every day scientists discover new ways to use them positively. Understanding such differences is important».

«We believe that today, in activating these recirculating processes» – continues Pasquero – «the role of design is to make the systems for transforming food, resources and materials more transparent or visible. Practising architecture no longer means just looking at form, structure or morphology, but also the morphogenesis of the architectural object and of the city, including the energetic and materialistic flows that define them. To deal with them is to make them more evident to everyone, or practicing in a way that biotechnologies, cultivation systems or production and consumption systems are better integrated within the architectural context. It's a way to overcome the segregation between the inhabited area and productive system inherited from modernism, the same way that buildings promoted a white surface to combat bacteria, spiders and fungi, and cities proposed zoning as an urban model. It's likely that the two paradigms, in both aesthetics and organization, had their reason to exist in the socio-economical, political, and architectural context. At the moment, they're outdated and should be considered a relic of the past that impedes us from reasoning with a systematic approach. On the other hand, it is desirable to accept an aesthetic that values bacteria, as well as to admit the existence of undefined limits and confines between the natural and artificial, or to support an organization of the city that allows for a greater level of integration between production systems and living systems».

Our dialogue with Claudia Pasquero then moves to another manifesto-project presented



Fig. 11-13 | H.O.R.T.U.S. XL Astaxanthin.g. The world's first 3D-printed bioreactor. The installation, on display at the Centre Pompidou of Paris for the La Fabrique du Vivant exhibit, is understood as a 1:1 prototype of living architecture – a new generation of biophilic architectural skin inserted into urban life. The structure is algorithmically designed and produced through high-resolution, large-scale 3D printing. Among the oldest organisms on Earth, the exclusive biological intelligence of cyanobacteria is collected as part of a new form of bio-digital architecture. Design: ecoLogicStudio (C. Pasquero, M. Poletto, K. Alexopoulos, M. Baldissarra, M. Brewster); Research Partner for biological as well as 3d printed systems and production development: Synthetic Landscape Lab, IOUD, Innsbruck University (Prof. C. Pasquero, M. Kuptsova, T. Greskova, E. Rando, J. Burkart, N. Jabadari, S. Posch), Photosynthetica consortium; Research Partner for 3d printed systems and production development: CREATE Group/WASP Hub Denmark – University of Southern Denmark (Prof. R. Naboni, F. Magaraggia); Engineering: YIP Structural Engineering, M. van de Worp; Microalgal Medium Material Support: Ecoduna AG; 3D printing Material Support: Extrudr (photos by NAARO).

in 2018 in Paris, at the Centre Pompidou, representing how aesthetics in nature are a measure of ecological intelligence. The interactive work, entitled H.O.R.T.U.S. XL Astaxanthin.g (Fig. 11-13), is a bio-digital landscape, a 3D-printed living sculpture (the first in the world) colonized by photosynthetic cyanobacteria. A digital algorithm simulates the growth of a substrate inspired by the morphology of coral, deposited by 3D printers. Cyanobacteria are inoculated to form the biological intelligence units of the system; their metabolisms, fed by photosynthesis, convert radiation into oxygen and biomass – an exchange that occurs in collaboration with the visitors invited to interact with the micro-algae. Reflecting on the installation, we arrive at the topical use of the term 'ecology' and Bateson's influence in the theory and practice of ecoLogicStudio.

«He's the author of the book after which the studio was named», explains Claudia Pasquero. «His idea of ecology isn't limited to a list of good practices to perform or tasks to complete, but rather an interconnection between different minds, and thus a complex system of interactions between systems. Such practices are determinant both in terms of logical and metalogical relationships. Another aspect I'd like to mention from Bateson is the emphasis on metalogical languages, not as an attack on traditional science but as an observation of how this alone is not able to help human beings to understand the world around them. Design, as an unwritten, visual language, belongs to the metalanguages and, as such, allows us to approach ecological problems from a different point of view, even permitting us to converse with non-human systems. I'm referring to the possibility of interfacing Bateson's theory with that of Frei Otto, an architect who, for the calculation of structures, worked on analogue computing and analogue simulations».

The reference is interesting and contributes to framing Marco Poletto and Claudia Pasquero's field of research, as well as their multidisciplinary and cross-scale approach. Frei Otto, throughout his entire life, never stopped believing that architecture could create a better world and he developed a holistic, collaborative approach, working with environmentalists, biologists, engineers, philosophers, historians, naturalists, artists and other architects. Likewise, ecoLogicStudio deals in innovation, integrating the world of design with discoveries from other disciplines and involving figures like biologists, computer scientists and programmers. «One of his books that interested us the most is Occupying and Connecting», continues Pasquero. «Especially when it talks about surface occupation and how, both in natural and artificial systems, this is manifested materially through patterns that can be connected and described through algorithms». Here it's impossible not to reference Voronoi tessellation, an important tool for understanding natural laws according to Otto himself (Otto, 2008, p. 60), not only regarding fragmentation models and actual fractals, as in clay or basalt, but also the distribution of drops on surfaces, like the formation of water condensation or grains of dust and sand.

Pasquero, explaining the famous diagram,





cites the wings of dragonflies as examples of surface occupation, but also the cracking of Bolivia's salt flat: «[...] with the use of this pattern, we are able to read ecological phenomenon. Their visual language, their aesthetic, is the expression of their state and their material transformations. This, for us, is a very important point because it connects the work in Big Data and Artificial Intelligence with that in biology and biotechnologies. These patterns can be read by human beings, but also by machine learning systems. Through them, material processes are expressed in natural systems».

And it's nature itself, as well as its definition, that becomes the next topic in our discussion with Pasquero. In architecture, the subject is often opposed to construction. With their theories, ecoLogicStudio supports the elimination of this kind of separation in favour of a harmonious vision between beings, moving away from both the classic green aesthetic and the idea of green decoration, with clear references to the ideas of philosophers who discuss the existence of nature, ecology without nature, or Dark Ecology – an idea of ecology that's no longer local and anti-globalist, but capable of accommodating the enormity, the complexity, and the horror of nature (Morton, 2019b). Their interest, evident in their projects, is to work with patterns in such a way that design can favour a nearly self-organized system of the planet, integrating elements that belong both to bio-technology and nature. These are projects with a bold aesthetic and a component of involvement and interaction that's based on the metalanguage of art.

«Ecology must also pass through sensorial systems of visual and olfactive pleasure, and therefore allow us to understand the ecological systems by seeing them, eating them, feeling them, and studying their aesthetics and integration in the everyday life of individuals», explains Pasquero. «In this context, one of architecture's roles could be to aesthetically stimulate the consciences of people towards similar themes through projects that reproduce natural processes, like the cultivation of algae. This type of approach would help sensitize a large number of people through an aesthetic process rather than the simple use of data and graphics. Today we talk a lot about atmospheric pollution and how CO₂ causes us harm because human beings need oxygen. In a city of the future, bacteria like algae could resolve the problem, because they breathe CO₂. Architecture could become the right interface to allow for this kind of interaction».

Listening to this, a recent project from ecoLogicStudio comes to mind which, speaking of micro-algae and photosynthetics, is proof of the scalability of their research interacting with dark processes like the bio-digestion and re-metabolization of pollutants and waste to create green economies. It's the Deep Green ecological masterplan (Fig. 14, 15), which uses artificial intelligence to increase the presence of nature in cities through biological infrastructures capable

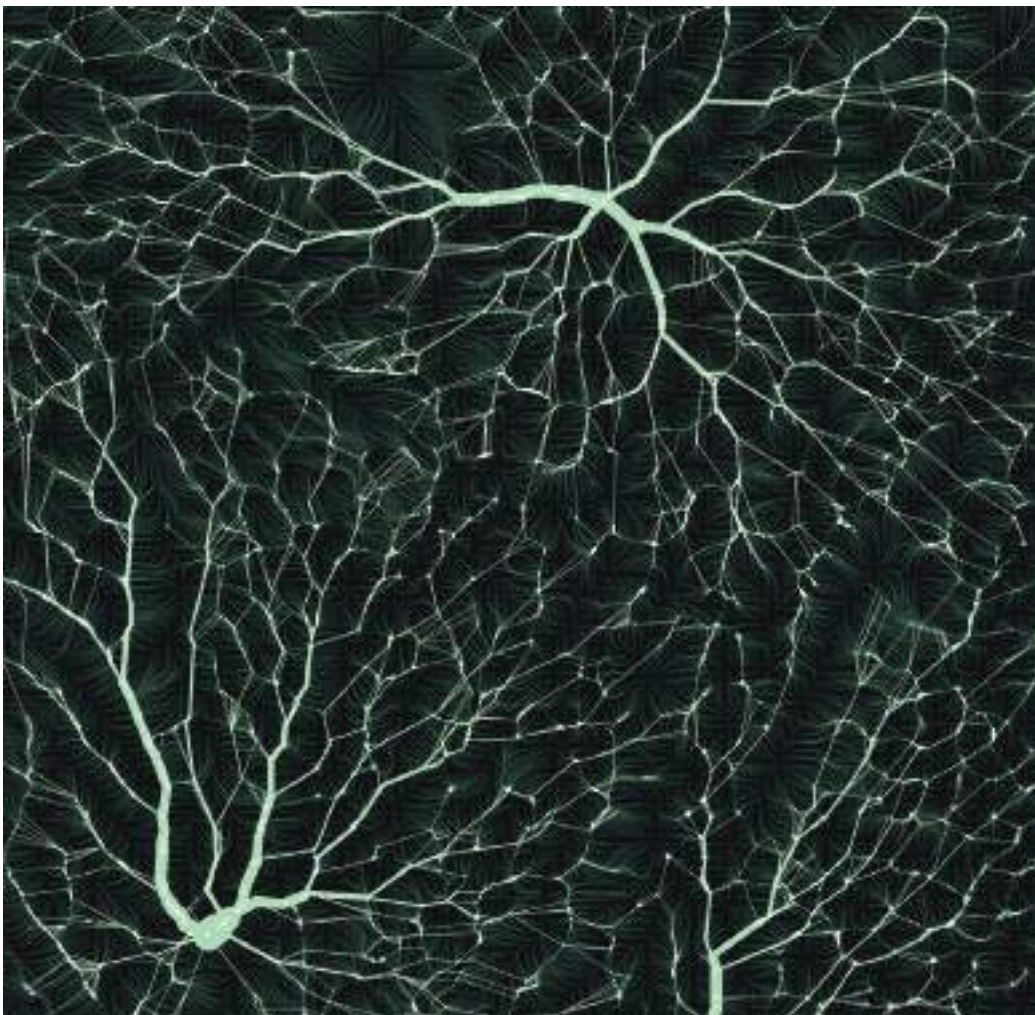


Fig. 14, 15 | Deep Green. This project by ecoLogicStudio is based on patterns that use artificial intelligence to develop a new green planning interface (photos by NAARO).

of metabolizing agents defined as pollutants, converting waste into reusable materials for new productive processes. Essentially, it is a new interface of green planning that includes innovative strategies for urban re-greening, re-wilding and urban agriculture, whose first experiments involved Guatemala City, Mogadishu (Somalia) and Vranje (Serbia). The open-source data of these three cities, in relation to the landscape and infrastructures, have been analyzed through algorithms to then define scenarios and strategies for waste management, water conservation and recycling, production and transfer of renewable energy, and natural pollution filtration systems.

«For us, it's important to integrate dynamic processes of this kind and begin to read them, to understand them. This is the case of waste 'movements' in places like Guatemala City, pollution 'movements' that perhaps aren't visible to the naked eye but that can be seen through data or other types of interfaces, of which certain organic elements can become bio-sensors. They are very efficient ways to interact with these dynamics. Just as Greek philosophy claims: 'there is nothing permanent except change'. Climate change exists then, but change is an intrinsic characteristic of the planet. It's always been that way and we cannot go back. But we can interact with these dynamic natural or artificial systems and read them, better understand them, and, through architectural systems, make them clearer, eventually instilling positive behaviours. Our work hypothesis is that if we were able to make these processes explicit, and to interact, we could change the system and transform waste into opportunity. I believe that design and architecture now have great potential to contribute and resolve the current ecological crisis, whose deadlock, I think, derives from the fact that we've obtained much in terms of 'innovation' but have done little in terms of 'design innovation'. In other words, the technologies exist, perhaps there are even too many. It's a shame that they haven't been integrated into the social context and daily habits. A few people at the top

of the pyramid can't resolve the ecological problem with a 'top down' approach, distributing technology blindly. The logic, for a serious approach to the issue, should be 'bottom up'. Scientists have made it this far. The next step will come from design to address how we can integrate the technology, how we can communicate with multiple systems and become more resilient. A non-resilient system simply superimposes a building on biotechnology. We need to integrate them and the only way to do so is to work on the design of this integration».

Such statements confirm how, in a systemic vision of buildings and of the city, architects should work not only with static forms but also with the relationship between dynamic elements like form, energy and process. This concept is extremely relevant, especially when referring to the global pandemic the world is currently facing.

For Claudia Pasquero, «[...] we are still victims of the modernist paradigm when it comes to our relationship with bacteria and viruses. Obviously, the Coronavirus is dangerous, but one of the biggest misunderstandings in terms of reactions to the virus has been the architectural and urban response. Things have remained as they were in the era of the plague described by Camus, with us trying to simply close the door on the virus. It's a shame that this is an incredibly small systemic organism that doesn't just stop at the door. The solutions are to be found elsewhere: data, systems, monitoring, swarm intelligence, essentially everything needed to calculate its position and movement. The apps made available by governments were inadequate: they don't have maps or visualizations that indicate how the virus moves in real-time. We need much clearer, more accurate and better-distributed information. Deep Green provides these types of information, not specifically on the Coronavirus, although, with our team, we've started to develop algorithms on this too».

«Circling back to the core of the project, in the last 3 years we've been working in collabo-

ration with UNDP (United Nations Development Programme), initially applying some of the algorithms that we've used for some time in the design of the city and some of our architectures. They are algorithms of surface occupation that can be traced back to the studies of Frei Otto, evolved with systems of bio-computation. These algorithms were initially applied to the mapping of re-greening systems, mapping photosynthetic points, connecting them to the inhabited area and elaborating provisions on how they might change. The concept was then applied to waste, which in Guatemala City, for example, represents one of the greatest problems, where it percolates and creates rather important geological problems. Here, too, the redistribution of waste sites was proposed through algorithms, connecting it to the water distribution system. Essentially, what Deep Green does is start from concepts – known as blue-green planning – that are reproduced at high resolution through an algorithmic design of the city. The next step, which we've developed over the last year and a half, was to transfer this information to artificial intelligence algorithms proposing transformed visions of the city's satellite map. These algorithms inform the map and they transform it, morphologically altering the city. This is what Deep Green is doing».

Meanwhile, what ecoLogicStudio does, is support the interdependence between digital and biological intelligence, promoting a new nature after architecture.

Acknowledgements

The text is based on an interview conducted with Claudia Pasquero, co-Founder of ecoLogicStudio with Marco Poletto; therefore, the contribution should be credited to both Authors equally.

Notes

1) Regarding the name of the studio, it should be noted that Claudia Pasquero and Marco Poletto's definition of ecological architecture does not refer mechanically to the use of new technologies, nor the production of natural metaphors. ecoLogicStudio believes that using natural elements and interacting with them in a symbiotic way can become a game that provides beneficial ecological effects. The hybrid prototypes and buildings elaborated by their team are dynamic systems that respond to external environmental and behavioural influences to generate spatial and climatic effects. For more information on the studio's theory and practice, visit ecologistudio.com [Accessed 16 May 2021].

2) Claudia Pasquero and Marco Poletto, in addition to their roles as co-founders and directors of ecoLogicStudio, also collaborate with various academic Institutions. Poletto earned his PhD at RMIT University in Melbourne and collaborates with the Architectural Association in London, Cornell University and The Bartlett UCL, also in London. Claudia Pasquero holds an academic position both at the Bartlett School of Architecture UCL in London, and at Innsbruck University.

3) In 2018, ecoLogicStudio launched and developed Photo.Synth.Etica, an ongoing research program in collaboration with the Urban Morphogenesis Lab at The Bartlett UCL in London, and the Synthetic Landscape Lab of Innsbruck University. For more information, visit photosynthetica.co.uk [Accessed 16 May 2021].

References

Antonelli, P. and Tannir A. (eds) (2019), *Broken Nature – XXII Triennale di Milano*, Electa, Milano.
Ballochi, A. (2018), "Biologia e digitale – L'architettura di domani passa da qui", in *Wise Society*, 16/02/2018.

[Online] Available at: wisesociety.it/architettura-e-design/biologia-digitale-architettura-pasquero/ [Accessed 15 May 2021].

Bateson, G. (1977), *Verso un'ecologia della mente* [or. ed. *Steps to an Ecology of Mind*, 1972], Adelphi, Milano.

Bullivant, L. (2012), *New Arcadians – Emerging UK Architects*, Merrell Publishers Limited, London.

Morton, T. (2019a), *Cosa sosteniamo?*, Aboca, San Sepolcro.

Morton, T. (2019b), *Come un'ombra dal futuro – Per un nuovo pensiero ecologico*, Aboca, San Sepolcro (AR).

Nicoletti, G. (2008), "La resurrezione della carne", in *Domus*, n. 910, pp. 78, 79.

Otto, F. (2008), *Occupying and Connecting – Thoughts on Territories and Sphere of Influence with Particular Reference to Human Settlement*, Axel Menges, Stuttgart.