

CONTENT

CESARE SPOSITO (EDITORIAL)	<i>Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione digitale</i> Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the digital transition	2
SERGIO PONE	<i>Maker: il ritorno dei costruttori. Una possibile transizione digitale per l'Architettura</i> Maker: the return of the builders. A possible digital transition for Architecture	14
THEO ZAFFAGNINI, OTELO PALMINI	<i>Retrospective e prospettive sul rapporto tra progetto, tecnologia e neocibernetica</i> Past and future of the connection between project, technology and neocybernetics	24
ADRIANO MAGLIOCCO, MARIA CANEPAI	<i>Cruscotti a servizio della governance. Monitoraggio di indicatori di prestazione e indicatori aggregati</i> Governance dashboards. Monitoring of key performance and aggregate indicators	36
IGKEAL MILOCCO BORLINI, CHRISTINA CONTI	<i>Conoscenza e rilevamento smart per una città accessibile. Sperimentare sul territorio del Friuli Venezia Giulia</i> Knowledge and smart sensing for an accessible city. Experimenting on the territory of Friuli Venezia Giulia	46
ORGIO DALL'OSSEO, MARTINA D'ALESSANDRO VALERIA MELAPIONI	<i>Interattività spaziali. Sensorialità e progetto del dato digitale nello spazio</i> Spatial interactivity. Sensoriality and design of digital data in the space	58
BIANCA ANDALORO, MARTIN DE WAAL FRANK STURENBROEK	<i>Lo spazio pubblico adattivo. Esplorare la transizione digitale per il benessere sociale e ambientale</i> Adaptive public spaces. Exploring digital transition for social and environmental benefit	68
MICHELA BAROSIO, ROSELLA GUGLIOTTA	<i>Dai numeri alle forme. La transizione digitale nei processi morfogenetici</i> From numbers to forms. The digital turn in morphogenic processes	76
MARIA ANTONIETTA ESPOSITO, FILIPPO BOSI CATERINA FERRARO	<i>Giocare seriamente per crescere digitali. Ridurre gli sprechi con il Lean mindset</i> Serious gaming for digital growth. Reducing waste through the Lean mindset	86
THEO ZAFFAGNINI, LUCA MORGANTI	<i>Data-driven LCA per l'innovazione industriale green delle facciate continue customizzate</i> Data-driven LCA for green industrial innovation of custom curtain walls	94
FABRIZIO TUCCI, VALERIA CECATOSFO PAOLA ALTAMURA, MARCO GIAMPAOLETTI	<i>Simulazione e modellazione per l'adattamento e la mitigazione climatica. Esperienze di riqualificazione ambientale a Roma</i> Simulation and modelling for climate adaptation and mitigation. Experiences of environmental renovation in Rome	106
PAOLA DE JOANNA, ELISABETTA BRONZINO VIRGINIA LUSI	<i>Resilienza e circolarità nel progetto edilizio sostenibile. Strumenti di valutazione integrata preliminare</i> Resilience and circularity in sustainable building design. Integrated tools for pre-intervention assessment	122
JACOPO GASPARI, LIA MARCHI CARLOTTA OBEROSLER, ERNESTO ANTONINI	<i>Strumenti di monitoraggio per abitare il risparmio energetico nell'edilizia sociale</i> Monitoring tools as energy saving enablers in social housing context	136
GIOVANNA A. MASSARI, AMBRA BARBINI ELENA BERNARDINI, OSCAR ROMAN	<i>Riqualificazione energetica dell'edilizia esistente. Modellazione e gestione geometrico-informativa</i> Energy retrofitting of existing buildings. Geometric-informative modelling and management	146
ROSA ROMANO, ELISA BELARDI PAOLA GALLO, DARIO LUIGI DISTEFANO	<i>Sistemi costruttivi low-tech 4.0. Innovazione di prodotto-processo BIM-based per la prefabbricazione in cartone ondulato</i> 4.0 low-tech building systems. BIM-based product-process innovation for corrugated cardboard prefabrication	158
MARIO CLAUDIO DEIACO, CHIARA SCANAGATTA ANTONINO MANNINO, MASSIMILIANO CONDOTTA	<i>Transizione digitale per il facility management. BIM, CMMS e manutenzione predittiva</i> Digital transition in facility management. BIM, CMMS and diagnostic maintenance	168
ELISABETTA DORIA	<i>L'automazione del censimento tecnologico. Il centro storico di Bellemme</i> Automation of urban technological census. The historical centre of Bellemme	178
GIORGIA TUCCI, CARLO RATTI	<i>La tecnologia come abilitatore di un nuovo ecosistema urbano responsivo. Intervista a Carlo Ratti (CRA Studio)</i> Technology as an enabler of a new ecosystem responsive urbanism. Interview with Caro Ratti (CRA Studio)	190
MARIO BISSON, STEFANIA PALMERI ALESSANDRO IANNIELLO, LUCA BOTTA	<i>Transition product design. Una proposta di framework per un approccio olistico alla progettazione sistemica</i> Transition product design. A framework proposal for a holistic approach to systemic design	202
SALVATORE DI DIO, BENEDETTO INZERILLO FRANCESCO MONTEROSSO, DARIO RUSSO	<i>Design e transizione digitale. Nuove sfide design-driven per l'innovazione techno-sociale</i> Design and digital transition. New design-driven challenges for techno-social innovation	212
NICCOLÒ CASIDDU, FRANCESCO BURLANDO ISABELLA NEVOSO ET ALII	<i>Beyond personas. Il Machine Learning per personalizzare il progetto</i> Beyond personas. Machine learning to personalise the project	226
DAVIDE CRIPPA, MASSIMILIANO CASON VILLA BARBARA DI PRETE, LUCIA RATTI ET ALII	<i>Ferso un progetto circolare. tra architettura e allestimento. Piattaforme digitali per il riuso</i> Towards a circular project, between architecture and exhibition design. Digital platforms for reuse practices	234
DAVIDE BRUNO, FELICE D'ALESSANDRO	<i>Piattaforme digitali interconnesse e integrate per il sistema universitario</i> Networked and integrated digital platforms for the university system	246
GABRIELE GORETTI, MARGHERITA TURELLI QIAN XIAOBO	<i>L'archivio digitale per i processi di alto artigianato. Ricerche a confronto in Italia e Cina</i> Digital archive for high-end craftsmanship processes. Comparing research paths in Italy and China	262
BRACCO, MARIA C. MOROZZO DELLA ROCCA FEDERICA DELPRINO, SILVIA PREGAGLIA	<i>Apprendimento tramite simulazione e tool digitali. Una sperimentazione per la Farmacia dei Servizi</i> Simulation-based learning and digital tools. A trial for Pharmacy Services	270
BARBARA DEL CURTO, LIA SOSSINI ROMINA SANTI, FLAVIA PAPALE	<i>Percezione e plastiche sostenibili. Un tool digitale per gestire estetica e sostenibilità</i> Perception and sustainable plastics. A digital tool to manage aesthetics and sustainability	280

12

International Journal of Architecture Art and Design

12 | 2022

AGATHÓN | INNOVABILITY | TRANSIZIONE DIGITALE | INNOVABILITY | DIGITAL TRANSITION

INNOVABILITY
TRANSIZIONE DIGITALE

INNOVABILITY
DIGITAL TRANSITION

DEMETRA
Ce.Ri.Med.
CENTRO DOCUMENTAZIONE E
RICERCA EURO-MEDITERRANEA

PALERMO
UNIVERSITY
PRESS

ISSN print 2464-9309



AGATHÓN

12
2022

AGATHÓN
International Journal
of Architecture, Art and Design

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

Scientific Directors

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

Managing Director

MICAELA MARIA SPOSITO

International Scientific Committee

ALFONSO ACOCELLA (University of Ferrara, Italy), JOSE BALLESTEROS (Polytechnic University of Madrid, Spain), SALVATORE BARBA (University of Salerno, Italy), FRANÇOISE BLANC (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, France), ROBERTO BOLOGNA (University of Firenze, Italy), TAREK BRIK (University of Tunis, Tunisia), TOR BROSTRÖM (Uppsala University, Sweden), JOSEP BURCH I RIUS (University of Girona, Spain), MAURIZIO CARTA (University of Palermo, Italy), ALICIA CASTILLO MENA (Complutense University of Madrid, Spain), PILAR CHIAS NAVARRO (Universidad de Alcalá, Spain), JORGE CRUZ PINTO (University of Lisbon, Portugal), MARIA ANTONIETTA ESPOSITO (University of Firenze, Italy), EMILIO FAROLDI (Polytechnic University of Milano, Italy), FRANCESCA FATTA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), VICENTE GUALLART (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), FRANCESCO JAVIER GALLEGRO ROCA (University of Granada, Spain), PIERFRANCO GALLIANI (Polytechnic University of Milano, Italy), CRISTIANA MAZZONI (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville, France), JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO (Polytechnic University of Madrid, Spain), MARIA LUISA GERMANÀ (University of Palermo, Italy), FAKHER KHARRAT (Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme, Tunis), MOTOMI KAWAKAMI (Tama Art University, Japan), WALTER KLASZ (University of Art and Design Linz, Austria), PAOLO LA GRECA (University of Catania, Italy), IN-HEE LEE (Pusan National University, South Korea), MARIO LOSASSO ('Federico II' University of Napoli, Italy), MARIA TERESA LUCARELLI ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), RENATO TEOFILO GIUSEPPE MORGANTI (University of L'Aquila, Italy), STEFANO FRANCESCO MUSSO (University of Genova, Italy), OLIMPIA NIGLIO (University of Pavia, Italy), LAURA RICCI ('Sapienza' University of Roma, Italy), ANDREA ROLANDO (Polytechnic University of Milano, Italy), MARCO ROSARIO NOBILE (University of Palermo, Italy), ROBERTO PIETROFORTE (Worcester Polytechnic Institute, USA), CARMINE PISCOPO ('Federico II' University of Napoli, Italy), PAOLO PORTOGHESI ('Sapienza' University of Roma, Italy), PATRIZIA RANZO ('Luigi Vanvitelli' University of Napoli, Italy), MOSÈ RICCI (University of Trento, Italy), DOMINIQUE ROULLARD (National School of Architecture Paris Malaquais, France), LUIGI SANSONE (Art Reviewer, Milano, Italy), ANDREA SCIASCIA (University of Palermo, Italy), FEDERICO SORIANO PELAEZ (Polytechnic University of Madrid, Spain), BENEDETTA SPADOLINI (University of Genova, Italy), CONRAD THAKE (University of Malta), FRANCESCO TOMASELLI (University of Palermo, Italy), MARIA CHIARA TORRICELLI (University of Firenze, Italy), FABRIZIO TUCCI ('Sapienza' University of Roma, Italy)

Editor-in-Chief

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

Editorial Board

SILVIA BARBERO (Polytechnic University of Torino, Italy), CARMELINA BEVLACQUA ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARIO BISSON (Polytechnic University of Milano, Italy), TIZIANA CAMPISI (University of Palermo, Italy), CHIARA CATALANO (ZHAW – School of Life Sciences and Facility Management, Switzerland), CLICE DE TOLEDO SANJAR MAZZILLI (University of São Paulo, Brazil), GIUSEPPE DI BENEDETTO (University of Palermo, Italy), ANA ESTEBAN-MALUENDA (Polytechnic University of Madrid, Spain), RAFFAELLA FAGNONI (IUAV, Italy), ANTONELLA FALZETTI ('Tor Vergata' University of Roma, Italy), ELISA MARIAROSARIA FARELLA (Bruno Kessler Foundation, Italy), RUBÉN GARCÍA RUBIO (Tulane University, USA), MANUEL GAUSA (University of Genova, Italy), PILAR CRISTINA IZQUIERDO GRACIA (Polytechnic University of Madrid, Spain), DANIEL IBAÑEZ (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), PEDRO ANTONIO JANEIRO (University of Lisbon, Portugal), MASSIMO LAURIA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), MASSIMILIANO LO TURCO (Polytechnic University of Torino, Italy), INA MACAIONE (University of Basilicata, Italy), FRANCESCO MAGGIO (University of Palermo, Italy), FERNANDO MORAL-ANDRÉS (Universidad Nebrija in Madrid, Spain), DAVID NESS (University of South Australia, Australia), ELODIE NOURRIGAT (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Montpellier, France), ELISABETTA PALUMBO (University of Bergamo, Italy), FRIDA PASHAKO (Epoka University of Tirana, Albania), JULIO CESAR PEREZ HERNANDEZ (University of Notre Dame du Lac, USA), PIER PAOLO PERRUCCIO (Polytechnic University of Torino, Italy), ROSA ROMANO (University of Firenze, Italy), DANIELE RONSIIVALLE (University of Palermo, Italy), MONICA ROSSI-SCHWARZENBECK (Leipzig University of Applied Sciences, Germany), DARIO RUSSO (University of Palermo, Italy), MICHELE RUSSO ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARICHELIA SEPE ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARCO SOSA (Zayed University, United Arab Emirates), ZEILA TESORIERE (University of Palermo, Italy), ANTONELLA TROMBATORE (World Renewable Energy Network, UK), GASPARE MASSIMO VENTIMIGLIA (University of Palermo, Italy), ANTONELLA VIOLANO ('Luigi Vanvitelli' University of Campania, Italy), ALESSANDRA ZANELLI (Polytechnic University of Milano, Italy)

Assistant Editors

MARIA AZZALIN ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy)
GIORGIA TUCCI (University of Genova, Italy)

Graphic Designer

MICHELE BOSCARINO

Executive Graphic Designer

ANTONELLA CHIAZZA, PAOLA LA SCALA

Web Editor

PIETRO ARTALE

Promoter

DEMETRA Ce.Ri.Med.
Centro Documentazione e Ricerca Euro-Mediterranea
Euro-Mediterranean Documentation & Research Center

Publisher

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

Il vol. 12 è stato stampato nel Dicembre 2022 da

Issue 12 was printed in December 2022 by

FOTOGRAF s.r.l.

viale delle Alpi n. 59 | 90144 Palermo (ITA)

AGATHÓN è un marchio di proprietà di Cesare Sposito

AGATHÓN is a trademark owned by Cesare Sposito

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

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

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

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

AGATHÓN | International Journal of Architecture Art and Design

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

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

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

Editorial Office

c/o DEMETRA Ce.Ri.Med. | Via Filippo Cordova n. 103 | 90143 Palermo (ITA) | E-mail: redazione@agathon.it

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

AGATHÓN has been included in the Italian ANVUR list of A Class journals for area 08 and sectors 08C1, 08D1, 08E1 and 08E2 starting from volume n° 1, June 2017.



Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione digitale
Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the digital transition

Quando nel 1984 il rapporto Brundtland proponeva la necessità di una nuova sostenibilità dello sviluppo per l'Umanità era chiaro che il termine di riferimento era la 'teknè', cioè la capacità di elaborazione da parte dell'Uomo di elementi presenti sul Pianeta che avrebbero potuto diventare risorse ancora sconosciute o non impiegabili con le tecnologie dell'epoca. Ambiente e Tecnologia si fronteggiano e dialogano da sempre, sicché quello che oggi chiamiamo ambiente (naturale) è già in sé frutto di un'antropizzazione perdurante e profonda della zoosfera, ormai diventata fragile antroposfera. Nella nostra antroposfera in equilibrio instabile tra ricerca dell'artificio e volontà di tutela del Pianeta, la pandemia da Covid-19 ci ha fatto capire, tra l'altro, come il progetto della sostenibilità dello sviluppo sia un obiettivo criptico, di cui non conosciamo realmente i contorni e nel quale non possiamo operare solo in termini conservativi.

Nell'ambito delle scienze economiche e sociali si è diffuso il termine 'innovability'[®] al quale si attribuisce una rinnovata forza propulsiva per un nuovo paradigma di sviluppo che esprime una delle sfide più cruciali del nostro tempo e la necessità di una 'solidale' convergenza tra le due istanze inderogabili della 'innovazione' e della 'sostenibilità', come se queste fossero due istanze opposte e contrastanti: al di là del termine impiegato, ancor di più in tempo di pandemia con il suo impatto economico e sociale, l'Umanità promuove una sua prerogativa, l'uso delle 'cose' che la natura ci mette a disposizione per farne altro dalla loro primaria funzione (innovazione), consapevole che quelle risorse non sono inesauribili (sostenibilità). In questo contesto, che deve guardare sempre avanti, occorre progettare le nostre migliori azioni politiche e di sistema per promuovere la necessità di innovare usando bene e in modo consapevole le risorse del Pianeta.

'La trasformazione verde e quella digitale sono sfide indissociabili', ha affermato Ursula von der Leyen, nel suo discorso di investitura come Presidente della Commissione Europea nel 2019. In tal senso l'European Green Deal, la Next Generation EU e il New European Bauhaus, così come gli altri Piani nazionali (ad esempio il PNRR in Italia), assumono importanza strategica sia nel definire, in modo chiaro e univoco, le traiettorie di sviluppo futuro di un'Europa ecologica, digitale, coesa e resiliente, sia nel correggere i principali squilibri presenti nel vecchio continente, facendo convergere – pur nella eterogeneità delle condizioni degli Stati Membri – le aspettative e le istanze, di ordine generale, comuni e condivise, di cittadini e imprese. Un fil rouge quello della 'transizione' che unisce temi e dibattiti che investono al tempo stesso la scienza, la tecnologia ma anche la filosofia, l'antropologia, l'ecologia e l'economia, declinate attraverso i tanti aggettivi specialistici che ne definiscono ambiti sempre più circoscritti, eppur più aperti a logiche di transdisciplinarietà, in una sorta di speciazione delle discipline e del linguaggio richiamando nomi come Bateson, Commoner, Catton and Dunlap, Carpo, Kelly, Solis, Negroponte, e ancora Jonas, Morin, Floridi, Caffo.

In questo scenario, in cui l'antropologia digitale si riconosce nel termine 'anticipazione', nella capacità di interagire con il flusso continuo dell'innovazione per costruire un nuovo ecosistema digitale (Solis, 2016), l'innovazione antropocentrica trova la sua collocazione ideale, si espande e si evolve tralasciando la capacità di mettere l'uomo e i suoi bisogni al centro delle nuove proposte di valore. Questa nuova forma di 'innovazione sostenibile' non può che avere come priorità, congiunte e contemporanee, il benessere sociale e quello ambientale, tali da facilitare una transizione etica e sostenibile a beneficio dell'intera comunità (WEF, 2022). La trasformazione antropica dello spazio è un'azione energivora che incrementa il livello di entropia, ancora molto distante da sistematici quanto diffusi approcci di tipo 'cradle to cradle' o rispettosi delle risorse non rinnovabili. Il tema non riguarda quindi gli statuti disciplinari quanto piuttosto aspetti di interdisciplinarietà e trasversalità finalizzati a orientare e favorire una 'ripresa' resiliente, sostenibile e inclusiva.

La complessità del tema è una delle sfide del nostro secolo poiché, se da un lato la Global and Sustainability Initiative (GESI, 2021) evidenzia come la 'transizione ecologica' può orientare eticamente le opportunità del digitale e il report The European Double Up (Accenture, 2021) sostiene che la 'transizione digitale' si configura come strumento in grado di avviare processi condivisi altrimenti più lenti da attivare, meno pervasivi e probabilmente meno performanti, dall'altro il matrimonio tra 'verde' e 'blu' lascia intravedere non pochi problemi e contraddizioni (Floridi, 2020) fino a ipotizzare l'impossibilità di attuare la 'transizione ecologica' insieme alla 'transizione digitale' (Caffo, 2021). Ecco allora che, affinché il nuovo paradigma 'innovability' (con la sua doppia chiave di interpretazione e declinazione dei possibili approcci scientifici di ricerca e di operatività) possa trovare la massima espressione ed essere effettivamente attuato, occorre introdurre strumenti (materiali e immateriali) adeguati, nuovi, trasversali, interscalari e interdisciplinari ma, allo stesso tempo, appare essenziale operare per costruire e alimentare un rapporto di complementarità strategica tra ecologia e digitale, un'osmosi bidirezionale di approcci, avanzamenti, sperimentazioni e risultati all'interno di una visione di progresso condivisa e di obiettivi comuni.

Alla luce delle superiori premesse il numero 12 di AGATHÓN raccoglie saggi, studi, ricerche e progetti sul tema Innovability[®] | Transizione Digitale per indagare sulla trasformazione pervasiva e diffusa in atto che unisce dicotomie (analogico e digitale), esalta ossimori (intelligenza artificiale), realizza paradossi (materialità dell'intangibile) coinvolgendo, indifferentemente, l'architettura, le scienze umane e sociali, l'antropologia, la sociologia, l'ecologia, la biologia, le scienze fisico-matematiche e le neuroscienze con impatti che – visibili già oggi e accelerati in parte dalla condizione straordinaria di emergenza sanitaria mondiale – si renderanno ancor più evidenti a medio e lungo termine. Una trasformazione certamente 'digitale', che studiosi come Floridi (2020) e Galimberti (2020), ma anche Haraway

(2018), Searle (2017) e Chomsky (2011), hanno posto su un piano innanzitutto ontologico ed epistemologico in quanto coinvolge l'essenza delle 'cose', il modo con cui le definiamo, il mondo che ci circonda e in particolare la nostra relazione con gli elementi che lo costituiscono.

A poco più di cinquant'anni dalla mostra *Cybernetic Serendipity* (1968) tenutasi presso l'Institute of Contemporary Arts di Londra 1968 il digitale ha assunto caratteri di pervasività in continuo divenire, assumendo il ruolo di 'potente abilitatore', reticolo di componenti umani e tecnologici collegati e interconnessi (Kelly, 2010). La 'transizione digitale', secondo una recente ricerca Deloitte si sta manifestando attraverso un efficientamento dei processi produttivi e una crescente adozione di comportamenti virtuosi – l'impegno nel riciclaggio/compostaggio (68%), la riduzione degli sprechi energetici e del consumo di risorse (54%), la scelta verso mezzi di trasporto a basso impatto ambientale (36%), una maggiore attenzione all'efficientamento energetico delle abitazioni (36%) – condizioni che, nel creare nuovo valore, delineano altrettanto nuovi scenari di sviluppo e sostenibilità accompagnando di fatto la transizione ecologica.

Tuttavia oltre a consentire infinite potenzialità l'innovazione digitale reca con sé diverse criticità. Bit, algoritmi e dati, seppur riescano a rispondere meglio alla necessità di specifici progetti in una società iperconnessa, se non adeguatamente utilizzati possono produrre rappresentazioni distorte e stereotipate della realtà. Molti ambiti di ricerca sono caratterizzati dal fenomeno della datafication, un insieme infinito di informazioni elaborato da sistemi di Machine Learning e Intelligenza Artificiale. Questi sistemi sono capaci di apprendere in autonomia i processi e le dinamiche urbane e quindi favorire un miglioramento esponenziale delle 'performance' dei processi urbani, con risposte in tempo reale alle criticità presenti sul territorio, a partire dalle segnalazioni dirette e indirette (attive e passive) degli utenti. Diversi i rischi da tenere sotto controllo: la riduzione del potere decisionale dell'utente e la definizione di soluzioni 'conformi' che poco si sposano con l'unicità di ogni architettura, luogo e persona. Un approccio data-driven tout-court può anche rischiare di distogliere l'attenzione dall'obiettivo più alto che per l'innovazione è costruire una società più giusta ed equa nella quale le persone sono al centro del progresso tecnologico: in qualunque modo si realizzi l'innovazione deve favorire un miglioramento della qualità della vita e pertanto anche quella nuda e cruda deve avere un'impronta sociale ed etica.

In quest'ottica è da auspicare un rinnovato equilibrio tra tecnologia e uomo, un nuovo 'umanesimo digitale' nel quale la dimensione antropologica della tecnologia favorisca l'innovazione tecno-digisociale superando l'attuale dimensione avanguardista in favore di una strutturata e sistemica. Quando sperimentazioni virtuose come quelle di Massimo Moretti (che tramite la stampante 3D WASP propone un'abitazione autosufficiente ed ecologica a km zero), di Salvatore Iaconesi e Oriana Persico (grazie ai quali una IA addestrata dalla comunità aiuta a risolvere i problemi dello specifico contesto territoriale) e di Ilac Diaz (ideatore e promotore nelle Filippine di *Liter of Light*, un progetto tecnico scalabile/replicabile che rende 'accessibile' l'illuminazione e sociale/generativo basato sulla formazione e avviamento al lavoro) diventeranno prassi diffusa per sostenere lo sviluppo di comunità locali reticolari, 'ibride, open source e ben informate' (Di Dio et alii, 2022), le persone saranno parte di una rete attiva in un nuovo modello di economia rigenerativo e ridistributivo (Raworth, 2017). Si potranno instaurare così relazioni con entità differenti (natura, istituzioni, artefatti, etc.) atte ad assumere il ruolo di 'protagoniste nel prendersi cura del mondo' (Floridi, 2020).

Attraverso il digitale altre relazioni possono aprire nuove frontiere nei modi di abitare e trasformare le città. La relazione tra tessuto costruito e sociale si manifesta prevalentemente negli spazi compresi tra gli edifici e dunque nello spazio pubblico o collettivo, a cui è attribuibile un ruolo cruciale nel definire senso di identità/appartenenza o di estraneità di una comunità locale. Ma il costruito non riguarda solo il tangibile e il visibile poiché è continuamente arricchito da una varietà complessa di elementi immateriali e digitali che permettono di ottenere benefici, insieme sociali e ambientali. L'estensione delle infrastrutture digitali allo spazio reale richiede però una nuova riflessione: non è più da chiedersi come utilizzare il digitale per acquisire e gestire dati ma come rendere l'informazione un driver per conformare spazi, 'non più addizionati ma integrati', per instaurare un equilibrio dinamico e inedito capace di rispondere alle esigenze degli utenti che lo abitano, superando quella tendenza dei progetti a rendere manifesti dati georeferenziati qualitativi e quantitativi senza valorizzare le caratteristiche spaziali del luogo e l'integrazione tra utenti, dati e spazio.

Sulla scia dei molteplici casi studio che esprimono la potenzialità di uno spazio con i dati da/in esso generati – e a cui fanno riferimento categorie di progetto come quelle del 'digital placemaking', 'digital wayfinding' e 'digital sensemaking' – prende corpo il paradigma della 'interattività spaziale' tra il mondo fisico e digitale dell'architettura: superando l'impiego convenzionale delle tecnologie digitali per dar vita a mondi paralleli e immersivi, l'inter-spazialità sposta l'enfasi della ricerca 'sull'esperienza' dell'utente poiché i dati (qualitativi e quantitativi) entrano a far parte del campo percettivo acquisendo qualità che contribuiscono a definire l'identità dello spazio stesso (Dall'Osso et alii, 2022). La commistione tra fisico e digitale in una logica di interattività favorisce anche l'implementazione, alle diverse scale del progetto, di approcci trasformativi 'dinamici' legati alla inter-scalarità, multi-materialità e multi-temporalità che, attraverso la riconfigurazione fisica dello spazio, possono fornire risposte a esigenze eterogenee, oltre che degli utenti anche di resilienza nei confronti di fattori di stress ambientali e sociali, e più in generale di una digital innovability. In tal senso si segnala la ricerca *Adaptive Architecture for Resilience* (Biancaloro et alii, 2022) nella quale la centralità delle componenti digitale e multiscale dell'approccio adattivo caratterizza il progetto speculativo di una doppia riconfigurazione fisica di una piazza olandese, al fine di rispondere sia alle esigenze dettate dalle misure di prevenzione della pandemia sia dal perpetuarsi di condizioni meteorologiche locali avverse.

Le tecnologie digitali ci offrono strumenti utili a supportare anche la governance della città contemporanea, sempre più indirizzata a realizzare smart cities raccogliendo, elaborando e integrando grandi quantità di dati per comprendere i fenomeni urbani. UAV (Unmanned Aerial Vehicle), sensori e IoT, insieme alle tecnologie di post-produzione per la generazione di gemelli digitali, supportano metodi di monitoraggio innovativi che riducono la presenza degli operatori sul campo in favore di una maggiore sicurezza sul lavoro e ottimizzazione dei costi di gestione e manutenzione. Ne è un esempio la ricerca sull'automazione del censimento tecnologico urbano dal titolo '3D Bethlehem – Management and control of urban growth for the development of Heritage and Improvement of life in the city of Bethlehem', cofinanziata da AICS e coordinata dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia (Doria, 2022), che propone attraverso una infrastruttura cloud scalabile, algoritmi addestrati e immagini georeferenziate un protocollo di identificazione di elementi ricorrenti: il fine è monitorarli nel tempo e supportare le fasi di analisi e decisionale.

Per monitorare il livello di attuazione di politiche urbane e azioni mirate a realizzare gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, descrivendo in tempo reale aspetti significativi della qualità ambientale, sociale ed economica di uno specifico ambito socio-spaziale, negli ultimi anni sono stati messi appunto i 'cruscotti digitali' (digital dashboards), un'interfaccia interattiva supportata da una piattaforma che combina grafici e mappe di tendenza, analisi spaziale e visualizzazione con strumenti di business intelligence consolidati. Se i primi 'cruscotti' utilizzavano indicatori 'singoli' (generalmente di tipo quantitativo) che per loro natura sono oggettivi e indipendenti da influenze esterne, tracciabili nel tempo e verificabili e consentono raramente una interpretazione di fenomeni più complessi, le più recenti sperimentazioni impiegano indicatori 'aggregati', più facili da comprendere per gli utenti (PA, imprese, cittadini) ma più suscettibili di interpretazione.

Al fine di superare tale criticità, sviluppando un protocollo condiviso e una metodologia trasparente di impronta human-centred, sono state condotte le sperimentazioni del DataLab – promossa dalle Città metropolitane di Genova e Milano con il Dipartimento di Architettura e Design di Genova e Colouree Srl (Magliocco and Canepa, 2022) – che impiega uno storytelling di dati in cui si esplicita la pesatura dei singoli indicatori e il criterio di aggregazione e del Comune di Udine con il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università di Udine sulla pianificazione dell'accessibilità ambientale dei centri urbani (PEBA) con la quale, attraverso l'impiego di ICT e l'interazione degli 'utenti', si restituisce un quadro esaustivo dei servizi al cittadino e dei gradi di accessibilità delle singole aree urbane, evidenziando e geolocalizzando le singole criticità al fine di poter valutare azioni mirate per interventi strutturali e di manutenzione, d'arredo o allestimento temporaneo prestazionalmente inaccessibili (Milocco Borlini and Conti, 2022).

La transizione digitale ha messo a disposizione del progetto urbano e architettonico sofisticati strumenti parametrici morfogenetici prevalentemente per la generazione di forme dalle geometrie non euclidee, la realizzazione di componenti edilizi e il contenimento dei consumi energetici. Se in termini di linguaggio architettonico i concetti di innovazione e sostenibilità sono spesso visti come antitetici poiché l'innovazione è assimilata all'uso di forme avveniristiche (spesso tutt'altro che sostenibili sotto il profilo ambientale) e l'approccio sostenibile sembra orientarsi verso materiali e soluzioni tecniche più tradizionali e locali, dal punto di vista del processo progettuale il nuovo paradigma della innovability[®] apre interessanti prospettive nella gestione delle trasformazioni urbane e nel contenimento dei consumi energetici dei manufatti. Nell'ambito dell'attività di ricerca della Joint Research Unit Transitional Morphologies, riferibile al Politecnico di Torino e alla Southeast University Nanjing (Barosio and Gugliotta, 2022), gli strumenti parametrici sono impiegati per gestire le trasformazioni urbane sulla base di parametri formali (e non meramente quantitativi) derivati dall'analisi morfologica della città esistente e relativi al 'tipo' come sintesi della forma, al 'diagramma' come esplicitazione delle relazioni tra gli elementi formali e al 'modello' come base di dati di riferimento. Questo tipo di approccio produce una varietà di configurazioni definite all'interno di quello che DeLanda (2016) chiama 'spazio delle possibilità', demandando al progettista la soluzione più appropriata.

Gli strumenti digitali possono inoltre contribuire alla riqualificazione energetica di un edificio esistente ottimizzando la progettazione e la produzione ad esempio di componenti tecnologici di rivestimento prefabbricati, modulari e con finiture personalizzabili, secondo la soluzione avanzata da Energiesprong i cui pannelli con telaio in legno sono adeguatamente isolati e attrezzabili con serramenti a elevata efficienza energetica e con un nuovo sistema impiantistico. In tal senso una buona pratica è rappresentata dal programma di ricerca Renew-Wall nel quale, per gestire la complessità dell'intero sistema, è stata sviluppata una soluzione digitale a supporto di un flusso di lavoro integrato che facilitasse la modellazione geometrica e informativa in fase di progetto, la replicabilità e adattabilità a diverse configurazioni e la trasferibilità delle informazioni utili per la produzione al sistema CAD-CAM (Massari et alii, 2022).

Una delle priorità delle politiche europee e nazionali, anche in relazione al caro energia, è supportare la transizione energetica del settore residenziale mediante politiche e strumenti specifici. Tra le diverse traiettorie di azione è da segnalare quella più diffusa che mira a potenziare gli interventi tecnici/tecnologici sul patrimonio edilizio; a questa fa da contraltare quella, sempre più accreditata presso la comunità scientifica, che attribuisce rilevanza al binomio utente/strumenti intelligenti: attraverso il monitoraggio energetico esso può favorire il miglioramento del comfort indoor, una sensibile contrazione della spesa delle famiglie e apprezzabili effetti ambientali su larga scala, sebbene il cambiamento comportamentale del singolo individuo determini una quota modesta di riduzione dei consumi. In quest'ottica è da leggere la sperimentazione condotta all'interno di una più ampia collaborazione tra l'Azienda Casa Emilia-Romagna di Bologna e l'Università di Bologna volta a valutare i reali benefici che il binomio può generare in relazione alla capacità degli utenti di comprendere i reali vantaggi, di interagire attivamente con le tecnologie e di reagire alle informazioni disponibili (Gaspari et alii, 2022).

Le tecnologie digitali supportano il progetto fornendo utili strumenti anche per strutturare matrici e modelli predittivi multiscalarari, multicriteriali e replicabili di carattere tecnologico-ambientale al fine di rispondere alle ormai imprescindibili istanze della tutela ambientale e dell'efficienza energetica; esse aprono nuove frontiere agli studi sulle tecnologie per il controllo del processo edilizio soprattutto in relazione a due approcci, quello che mira alla resilienza in risposta alle sfide di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici e quello di impronta circolare in un'ottica di salvaguardia delle risorse non rinnovabili.

In quest'ottica sono da leggere due ricerche pubblicate nel volume. La prima (Tucci et alii, 2022) definisce un approccio metodologico-applicativo originale a supporto della fase sperimentale-progettuale nell'ambito della rigenerazione di distretti urbani in termini di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici con effetti benefici in termini di comfort ambientale negli spazi outdoor, intermedi e indoor e riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni di CO₂; la metodologia, applicata a due casi studio a Roma, sviluppa un set di azioni confrontabili, replicabili e misurabili (in termini di performance e benessere) e consente di valutare strategie e soluzioni bioclimatiche passive attraverso attività di modellazione/simulazione dinamica ex ante/ex post, di cui ne valida l'efficacia attraverso la quantificazione della riduzione delle emissioni di CO₂. Il secondo contributo (De Joanna et alii, 2022) propone due ricerche dottorali in itinere, ma comunque significative, che condividono l'obiettivo comune, già in fase di studio di fattibilità, di individuare criteri e strumenti per il controllo dei fattori di resilienza e circolarità in edilizia come strategia per la mitigazione dell'impatto ambientale; tuttavia esse si fondano su due approcci disciplinari distinti finalizzando gli strumenti elaborati all'applicazione di metodologie differenti: l'una 'agile', valutativa su larga scala, consente agli attori chiave del processo decisionale di operare con un ridotto impiego di risorse in termini di tempi e costi, di avere a disposizione una mappatura del costruito esistente e di implementare banche dati e quadri informativi utili a futuri interventi; l'altra 'parametrica' consente di pre-orientare le scelte progettuali conformemente al contesto di riferimento, superando la tradizionale ed esclusiva attenzione all'efficientamento energetico e integrando anche aspetti economici e sociali per il miglioramento della qualità abitativa, ambientale ed ecosistemica.

Un altro importante impatto che le tecnologie digitali possono determinare riguarda la promozione e implementazione di politiche di condivisione delle risorse materiali e immateriali attraverso nuovi dispositivi-piattaforme-servizi sempre più sostenibili. In particolare le piattaforme digitali hanno il potenziale di aprire campi di azione/sviluppo innovativi, sfruttando le possibilità di connessioni a distanza tra dati, beni, saperi e stakeholders, risolvendo inefficienze di sistema, creando nuove opportunità sia di condivisione del know-how tra i diversi campi della conoscenza sia di scambio nella gestione delle risorse materiali e immateriali e strutturando una solida filiera di un riuso trasversale ai diversi settori produttivi. Assume rilevanza ad esempio l'archiviazione e catalogazione del Patrimonio Intangibile dei processi artigianali tradizionali su piattaforme digitali che, acquisendo il ruolo di catalizzatore di processi creativi e organizzativi, concorrono alla costruzione di una memoria sistemizzata e trasmissibile per una più proficua competitività delle PMI e fungono da volano per lo sviluppo di processi di user-experience mirati alla divulgazione e al reinserimento nel contesto del design contemporaneo (Goretti et alii 2022). Non di minore importanza è la messa a punto di piattaforme e applicativi digitali intuitivi, interconnessi, integrati e implementabili per la gestione delle informazioni sulle attività di ricerca e di didattica universitarie che favoriscano la transizione verso un sistema aperto, trasparente, inclusivo e sostenibile nel quale la Comunità accademica riesca a riappropriarsi di un ruolo culturale primario e gli Atenei siano sempre più complementari al modello territoriale di riferimento e in costante relazione di scambio e 'reciproca contaminazione' con il mondo della ricerca e dell'industria (Bruno and D'Alessandro, 2022).

Sviluppo sostenibile e transizione digitale trovano ampio spazio per inedite sinergie soprattutto in alcune discipline del progetto che si interessano alla messa a punto di sistemi integrati per filiere produttive circolari, seppur a velocità diverse: infatti se la progettazione architettonica e urbana lavora da tempo verso l'innovazione dei paradigmi progettuali e costruttivi in senso sostenibile e circolare, il design espositivo tarda a integrare in modalità sistemica questi aspetti nelle proprie strutture creative e gestionali. Tuttavia in entrambi gli ambiti disciplinari esistono sperimentazioni significative e innovative, talvolta già codificate in pratiche replicabili, che restituiscono le potenzialità del digitale per una transizione circolare e sostenibile.

Se le piattaforme in ambito architettonico sono più note (Harvest Map, Restado RE-sign e Madaster, per citarne alcune), quelle nel design dell'allestimento sono poche e poco conosciute perché il sistema museale ha rivolto finora la sua attenzione prevalentemente alle opportunità delle tecnologie digitali in termini principalmente fruitivi, facilitando esperienze interattive e immersive o sfruttando i dati come dimensione sensoriale. Esistono comunque casi virtuosi di iniziativa privata come Materials for the Arts di New York (che raccoglie materiali riutilizzabili da aziende e privati e li mette gratuitamente a disposizione di scuole pubbliche, di agenzie cittadine o di organizzazioni no-profit per la realizzazione di programmi artistici), Spazio META di Milano (che raccoglie, lavora e infine espone i materiali per la vendita al pubblico) e Non Si Butta Via Niente (che favorisce un processo di rigenerazione creativa di manufatti allestitivi, parzialmente o totalmente riutilizzabili, grazie a una piattaforma web di mutua collaborazione). L'analisi incrociata delle buone pratiche citate fa emergere che innovazioni e approcci circolari già integrati nella ricerca e nella pratica di alcuni settori (come quello dell'architettura) potrebbero essere utilmente traslati ad altri meno attenti alle questioni ambientali (come quello del design dell'allestimento), con sinergie possibili nella formazione di una potenziale 'banca dati' universale in cui materiali e componenti sono soggetti a un sistema di tracciabilità per un riutilizzo trasversale in ambiti differenti, e quindi generare più cicli di vita possibili (Crippa et alii, 2022).

È poi da rilevare che la recente emergenza pandemica da Covid-19 ha imposto modifiche e restrizioni in ogni campo delle attività umane, sostituendo la tradizionale modalità in presenza con relazioni a distanza. La sfida che oggi ci troviamo ad affrontare sta nel non abbandonare quanto sperimentato e appreso, ma di metterlo a frutto con un approccio 'phygital' capace di interpretare al meglio il contesto in cui si opera, innescando modalità di interazione ibride, fisiche o virtuali in funzione di esigenze puntuali per dare corpo a una transizione digitale consapevole e duratura. In questo senso sono da apprezzare tre sperimentazioni di cui due 'phygital', sulla formazione universitaria (Bracco et alii, 2022) e sulla percezione dei materiali (Del Curto et alii, 2022), nonché una didattica sull'ottimizzazione dei flussi di lavoro e degli sprechi (Esposito et alii, 2022).

La prima illustra il progetto di ricerca 'Farmacia Virtuale, Competenze Reali' sulla Farmacia dei Servizi avviato da un team interdisciplinare di docenti dell'Università di Genova: nell'ottica dello sviluppo di una didattica integrata fondata sulla digitalizzazione stabile e sui principi dell'Ergonomia Cognitiva e dell'Interaction Design, studente e docente possono personalizzare lo strumento digitale, da un lato superando modalità univoche e ripetitive in favore di un modello adatto a esigenze puntuali, dall'altro stimolando nello studente la capacità di adattamento e di previsione di situazioni specifiche, fondamentali per il professionista nel campo medico. La seconda sperimentazione illustra il progetto SMaPT (Sustainable Materials and Perception Tool) del Politecnico di Milano nel quale si mette a punto una nuova modalità online di interagire e acquisire conoscenza attraverso moodboard di parole chiave e immagini per valutare, secondo i principi del design CMF, il livello di percezione di utenti a distanza delle proprietà estetico-espressive delle plastiche sostenibili. La terza, condotta da docenti dell'Università degli Studi di Firenze con approcci formativi originali, indaga sull'applicazione gamificata dei processi Lean mindset tramite applicativi BIM per aumentare la qualità del processo produttivo e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità nel settore delle costruzioni: una simulazione didattica che utilizza i LEGO® come strumento per l'applicazione di due flussi di lavoro, uno tradizionale e uno Lean-oriented, dimostra come adeguate metodologie progettuali abbinata agli strumenti digitali oggi disponibili, consentono di controllare numerosi aspetti del progetto architettonico, di ridurre sprechi di risorse ed errori progettuali o costruttivi, abbattere i tempi di progettazione e operare in termini di gestione della qualità del prodotto finale.

In un momento storico in cui le filiere di produzione edile stanno affrontando una profonda trasformazione in chiave ecologica e digitale per sostenere la competitività di un mercato globale e la resilienza del settore nei confronti delle sfide ambientali e socioeconomiche in atto, gli strumenti digitali permettono di facilitare l'ottimizzazione e la gestione avanzata del progetto, della sua ingegnerizzazione e produzione edilizia e di massimizzarne le prestazioni ambientali. In generale il digitale si configura come una innovazione tecnica e culturale che può favorire la messa a punto di nuovi e affidabili approcci metodologici per interpretare l'ingente mole di dati che esso stesso concorre a rendere disponibili nell'ottica di una migliore gestione del processo edilizio, ma anche per simulare/valutare il comportamento prestazionale e il ciclo di vita del costruito. In aggiunta, il recente sviluppo delle tecnologie digitali ha aperto il campo alla possibilità di trasformare gli impianti per la produzione edilizia prefabbricata in sistemi di Industria 4.0 altamente integrati, controllati ed efficienti sotto il profilo economico e ambientale in luogo di più approcci tradizionali nei quali si assegna centralità al cantiere come luogo privilegiato in cui avviene gran parte delle sequenze realizzative. Tra gli studi sull'argomento si segnala la ricerca CARES, condotta dal Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze e dall'azienda AREA Srl, che sviluppa un modello innovativo scalabile e replicabile di produzione industriale di elementi costruttivi in cartone ondulato basato sulla duplice digitalizzazione prodotto-processo attraverso l'utilizzo di strumenti BIM, finalizzato a ottimizzare il consumo di materiale e ridurre gli scarti di produzione (Romano et alii, 2022). E ancora la proposizione di un workflow per l'integrazione di dati informatici e piattaforme di data management con modelli di valutazione dell'impatto ambientale come il Life Cycle Assessment, al fine di supportare azioni sostenibili sul ciclo di vita di un particolare prodotto industriale, la cellula prefabbricata e customizzata per facciate continue ad alto contenuto tecnologico, una loro verifica in real-time durante l'avanzamento del processo produttivo e una maggiore qualità del progetto finale (Zaffagnini and Morganti, 2022).

Anche la gestione delle fasi d'uso e manutenzione di un manufatto è un aspetto fondamentale nella progettazione di edifici sostenibili e nella ricerca di strategie per la gestione efficiente del costruito in termini di risorse economiche e di materiali. Processi innovativi di Facility Management possono essere attuati attraverso strumenti digitali, ottimizzando consumi e risorse, purché siano previsti fin dalle fasi progettuali sfruttando le potenzialità del BIM e dei 'gemelli digitali' popolati dalle informazioni necessarie sia alla fase costruttiva che a quella gestionale del manufatto. Tuttavia nella pratica l'utilizzo di strumenti BIM nelle operazioni di gestione e manutenzione si scontra con criticità dovute alle numerose variabili che entrano in gioco nelle fasi del ciclo di vita, alla necessità di aggiornare database e integrare software specializzati e alla mancata disponibilità di dati in tempo reale, informazioni tutte necessarie per ottimizzare, e talvolta prolungare, il ciclo di vita dell'edificio, di un componente o di un materiale. Al fine di superare le suddette criticità un team di ricercatori dell'Università di Trento, dello Iuav di Venezia e della Tekser Srl ha messo a punto una strategia integrata, semplificata, user-friendly e cost-effective per la creazione di database CMMS a partire da modelli BIM in grado di supportare approcci predittivi (Dejaco et alii, 2022): nei due casi indagati il modello sperimentale ha consentito di intervenire in maniera tempestiva sul guasto nel 90% dei casi.

I temi affrontati dalle ricerche e dai saggi e pubblicati nel volume dimostrano che le due transizioni ecologica e digitale sono strettamente connesse e rappresentano 'sfide indissociabili' che devono essere affrontate in modo sistemico e secondo logiche aperte alla interdisciplinarietà capaci di supe-

rare gli statuti disciplinari per orientare e favorire una 'ripresa' resiliente, sostenibile e inclusiva. Si riconosce inoltre che le due istanze fondanti di questa duplice transizione sono quelle della 'innovazione' e della 'sostenibilità', l'una a servizio dell'altra per dare nuova funzione alle cose e utilizzare in modo consapevole le risorse non rinnovabili del nostro Pianeta. Per lo scopo il digitale si configura come strumento in grado di avviare processi condivisi altrimenti più lenti da attivare, meno pervasivi e probabilmente meno performanti, mentre l'innovazione digitale può rappresentare il motore di un nuovo paradigma di sviluppo capace di dare soluzioni concrete alla crisi energetica e ambientale sulla base di un meccanismo evolutivo improntato alla sperimentazione nei processi di progettazione.

Un altro elemento che emerge dai testi pubblicati è la necessità di riportare la componente umano-sociale al centro del progetto e della pianificazione urbana, in una simbiosi fra natura e artificio capace di attivare cicli di feedback costanti che consentano di rispondere in tempo reale alle esigenze dell'intero ecosistema, della città e dei cittadini. A raggiungere questa finalità si concentra da tempo lo studio CRA (Carlo Ratti Associati) indagando le sinergie possibili tra naturale e artificiale nell'ambiente costruito e sfruttando le tecnologie digitali come strumento multidisciplinare per fare innovazione nello spazio urbano. Diversi i temi affrontati dallo studio CRA e tra questi quello della decarbonizzazione attraverso il progetto Hot Heart di Helsinki (2021), una enorme struttura capace di produrre 6.000 GWh con pompe di calore ad acqua di mare e di convertire l'energia eolica e solare, offrendo alcontempo agli utenti servizi multifunzionali, attività ricreative e godimento pacifico della natura. Che le 'sfide indissociabili' si possano/debbono affrontare alle diverse scale del costruito lo dimostrano anche i progetti di minore dimensione dello studio CRA nei quali si sperimentano strumenti tecnologici che li rendono parte attiva nel cambiamento dell'ecosistema urbano: il Padiglione Living Nature (Milano, 2018) con il giardino a clima controllato e l'installazione Sun&Shade (Dubai, 2017) dotata di specchi in grado di riflettere la luce solare e il calore eccessivi sono emblematici esempi al pari della più grande Jian Mu Tower (Shenzen, 2021), un edificio polifunzionale alto 218 metri che esemplifica il concetto di 'farmcraper' nel quale l'intelligenza artificiale di un 'agronomo virtuale' gestisce la produzione e l'approvvigionamento alimentare degli utenti della torre (Tucci and Ratti, 2022).

In conclusione si rileva la necessità che la comunità scientifica amplii il dibattito sui nuovi paradigmi progettuali imposti dal digital manufacturing per restituire maggiore centralità nel cantiere a colui che ha pensato l'oggetto e che quindi ne possiede approfonditamente le logiche (Pone, 2022), valutando eventuali compromessi tra le fabbricazioni digitali 'capital intensive', costose e realizzate con macchine utensili raffinate e performanti, di cui la Landesgartenschau Exhibition Hall di Stoccarda del 2014 e il Timber Pavilion of the Vidy-Lausanne Theatre del 2017 sono casi emblematici, e le 'labour intensive,' che tendono a valorizzare la manodopera e il lavoro collettivo come nel caso del Constructive Geometry Pavilion realizzato presso la Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto nel 2012. Cruciale sarà comunque il ruolo del progettista nella gestione dei processi, poiché allo stesso è demandata la responsabilità di affrontare le sfide del nuovo millennio la cui strada sembra tracciata sulle parole chiave innovazione, sostenibilità, interdisciplinarietà, cultura digitale, bit, intelligenza artificiale, resilienza, adattività, economia circolare, eco-compatibilità, comunità e inclusione sociale.

When the 1984 Brundtland report proposed the need for a new sustainability of development for Humanity, it was clear that the term of reference was 'tekne', i.e., Man's ability to process elements on the Planet that might become resources, though unknown or not employable with the technologies available at the time. There has always been an ongoing confrontation and dialogue between Environment and Technology such that what we now call the (natural) environment is the result of an enduring and profound anthropization of the zoosphere, which has now become a fragile anthroposphere. Within our anthroposphere, unsteadily balancing between the search for artifice and the desire to protect the Planet, the Covid-19 pandemic has shown us – among other things – how the project of sustainable development is a cryptic goal, the contours of which are not indeed known and in which it is not possible to operate merely in conservative terms.

The term 'innovability'[®] has become increasingly popular in the economic and social sciences, a renewed driving force for a new paradigm of development that expresses one of the most crucial challenges of our time and the need for a 'solidary' convergence between the two inescapable instances of 'innovation' and 'sustainability', as if these were opposing and conflicting: regardless of the terminology, even more so in times of a pandemic with its economic and social impact, Humanity promotes one of its prerogatives, i.e., the use of the 'things' that nature provides in order to transform them from their primary function (innovation), aware that those resources are not inexhaustible (sustainability). In this forward-looking context, it is necessary to design our best political and system actions to promote the need to innovate through the conscious and effective use of the Planet's resources.

In her inauguration speech as President of the European Commission in 2019, Ursula von der Leyen stated that green and digital transformations are 'inseparable challenges'. In this sense, the European Green Deal, the Next Generation EU and the New European Bauhaus, as well as other National Plans (e.g. the Italian PNRR), assume strategic importance both in defining, in a clear and univocal way, the future development trajectories of an ecological, digital, cohesive and resilient Europe, as well as in correcting the main imbalances of the old continent, bringing together – despite the heterogeneous conditions of the Member States – the expectations and demands, of a general, common and shared nature, of citizens and businesses. The fil rouge is that of a 'transition' that combines themes and debates simultaneously involving science, technology but also philosophy, anthropology, ecology and economics, declined through the many specialized adjectives that define

their increasingly delimited fields, yet more open to transdisciplinary logic, a kind of speciation of disciplines and language, recalling names such as Bateson, Commoner, Catton and Dunlap, Carpo, Kelly, Solis, Negroponte, as well as Jonas, Morin, Floridi, Caffo.

In this scenario, in which digital anthropology identifies with the term 'anticipation', and in the ability to interact with the continuous flow of innovation to build a new digital ecosystem (Solis, 2016), anthropocentric innovation finds its ideal location, expands and evolves by targeting the capacity to place humans and their needs at the centre of new value propositions. This new form of 'sustainable innovation' is bound to have social and environmental well-being as joint and simultaneous priorities, such as facilitating an ethical and sustainable transition for the benefit of the entire community (WEF, 2022). The anthropogenic transformation of space is an energy-intensive action that increases the level of entropy, still a long way from systematic and widespread approaches such as 'cradle to cradle' or approaches that are respectful of non-renewable resources. Therefore, the theme does not concern disciplinary statutes but rather interdisciplinary and transversal aspects aimed at guiding and fostering a resilient, sustainable and inclusive 'recovery'.

This complex nature is one of the challenges of our century. On the one hand, the Global and Sustainability Initiative (GESI, 2021) highlights how the 'green transition' can ethically steer the opportunities of digital, and the report The European Double Up (Accenture, 2021) argues that the 'digital transition' is configured as a tool that can initiate shared processes that would otherwise be slower to activate, less pervasive and likely to perform less well; on the other hand, the union of 'green' and 'blue' hints at a number of potential issues and contradictions (Floridi, 2020) to the point of speculating the impossibility of implementing the 'ecological transition' and 'digital transition' simultaneously (Caffo, 2021). Hence, in order for the new 'innovability' paradigm (with its double meaning of interpretation and declination of possible scientific approaches of research and operation) to find its maximum expression and be effectively implemented, it is necessary to introduce adequate, new (material and immaterial) tools, which are transversal, interscalar and interdisciplinary. At the same time, it appears essential to build and nurture a relationship of strategic complementarity between ecology and digital, a bidirectional osmosis of approaches, advances, experiments and results as part of a vision of shared progress and common goals.

In light of the premises above, issue 12 of AGATHÓN collects essays, studies, research and projects on the topic of Innovability® | Digital Transition to investigate the current widespread transformation that unites dichotomies (analogue and digital), enhances oxymorons (artificial intelligence), creates paradoxes (materiality of the intangible), while indiscriminately involving architecture, humanities and social sciences, anthropology, sociology, ecology, biology, physical-mathematical sciences and neurosciences, with impacts that – while already visible today and accelerated in part by the extraordinary global health emergency – will become even more evident in the medium and long term. A 'digital' transformation, which academics such as Floridi (2020) and Galimberti (2020), but also Haraway (2018), Searle (2017) and Chomsky (2011), have placed on a primarily ontological and epistemological level insofar as it involves the essence of 'things,' the way we define them, the world around us, and in particular our relationship with the elements that constitute it.

Slightly over fifty years after the Cybernetic Serendipity (1968) exhibition held at the Institute of Contemporary Arts, London 1968, digital has become pervasive in its ever-evolving characteristics, taking on the role of a 'powerful enabler', a network of connected and interconnected human and technological components. The 'digital transition', according to a recent Deloitte research, is manifesting through efficient production processes and increasing adoption of virtuous behaviours – the commitment to recycling/composting (68%), the reduction of energy waste and resource consumption (54%), the choice toward environmentally friendly means of transportation (36%), and greater attention to energy efficiency in homes (36%) – conditions that, in creating new value, equally outline new scenarios for development and sustainability, effectively supporting the ecological transition.

However, digital innovation comes with several challenges in addition to enabling endless potential. Bits, algorithms and data, while able to meet the need for specific projects in a hyper-connected society, can produce distorted and stereotypical representations of reality if misused. Many research fields are characterized by datafication, an infinite set of information processed by Machine Learning and Artificial Intelligence systems. These systems can autonomously learn urban processes and dynamics, thus fostering exponential improvement in urban process 'performance,' with real-time responses to on-site issues from direct and indirect (active and passive) user reports. Several risks must be kept under control: the reduction of the user's decision-making power and the definition of 'compliant' solutions that do not match the uniqueness of each architecture, place and person. A tout-court data-driven approach may also run the risk of diverting attention from the greater goal, which for innovation is to build a more just and equitable society in which people are at the centre of technological progress: in whatever way it is achieved, innovation must promote an improvement in the quality of life, and therefore even the core of innovation must have a social and ethical footprint.

With this in mind, a renewed balance between technology and man is desirable, a new 'digital humanism' in which the anthropological dimension of technology fosters techno-digi-social innovation by overcoming the current avant-garde dimension in favour of a structured and systemic one. When virtuous experiments such as those of Massimo Moretti (who proposes a self-sufficient and ecological zero-kilometre housing model using the WASP 3D printer), Salvatore Iaconesi and Oriana Persico (who envisage a community-trained AI that assists in solving specific issues connected to the territorial context) and Illac Diaz (creator and promoter in the Philippines of Liter of Light, a scalable/replicable technical project that makes lighting 'affordable' and social/generative based on

education and job placement) will become widespread practice to support the development of reticular, 'hybrid, open source and well-informed' local communities (Di Dio et alii, 2022), people will be part of an active network in a new regenerative and redistributive economic model (Raworth, 2017). In this way, it will be possible to establish relationships with different entities (nature, institutions, artefacts, etc.) capable of assuming the role of 'protagonists in caring for the world' (Floridi, 2020).

Through digital, other relationships can open new frontiers in how cities are inhabited and transformed. The relationship between built and social fabric is mainly manifested in the spaces between the buildings and, therefore, in the public or collective space, to which a crucial role is attributed in defining a sense of identity/belonging or foreignness of a local community. However, the built environment is about more than just the tangible and visible, as it is continually enriched by a complex variety of intangible and digital elements that provide both social and environmental benefits. Nevertheless, the extension of digital infrastructures to real space requires a new reflection. The question is no longer how to use digital to acquire and manage data, but rather how to enable information to become a driver for conforming spaces which are 'no longer additive but integrated'; so a dynamic and unprecedented balance capable of responding to the needs of the users who inhabit can be established, overcoming that tendency of projects to display qualitative and quantitative georeferenced data without enhancing the spatial characteristics of the place and the integration between users, data and space.

In the wake of the multiple case studies expressing the potential of a space with data generated from it/into it – and referred to by design categories such as 'digital placemaking', 'digital wayfinding' and 'digital sensemaking' – the paradigm of 'spatial interactivity' between the physical and digital worlds of architecture takes shape: going beyond the conventional use of digital technologies to create parallel and immersive worlds, interspatiality shifts the emphasis of research 'on the experience' of the user, since (qualitative and quantitative) data become part of the perceptual field, acquiring qualities that contribute in defining the identity of the space itself (Dall'Osso et alii, 2022). The mixture between physical and digital in a logic of interactivity also favours the implementation, at different scales of the project, of transformative 'dynamic' approaches linked to interscalarity, multi-materiality and multi-temporality which, through the physical reconfiguration of space, can provide answers to heterogeneous needs, not only for users but also for resilience to environmental and social stressors, and more generally for digital innovability[®]. Of particular note in this regard is the study Adaptive Architecture for Resilience (Biancaloro et alii, 2022), in which the centrality of the digital and multiscale components of the adaptive approach characterizes the speculative design of a dual physical reconfiguration of a Dutch square in order to respond to both the needs dictated by pandemic prevention measures and the persistence of adverse local weather conditions.

Digital technologies offer helpful tools to support the governance of the contemporary city, increasingly aimed at creating smart cities by collecting, processing and integrating large amounts of data to understand urban phenomena. Unmanned Aerial Vehicle (UAV), sensors and IoT, together with post-production technologies for the generation of digital twins, support innovative monitoring methods that reduce the presence of field operators in favour of increased work safety and optimization of operating and maintenance costs. An example of this is '3D Bethlehem – Management and control of urban growth for the development of Heritage and Improvement of life in the city of Bethlehem', a study on the automation of urban technological census co-funded by AICS and coordinated by the Department of Civil Engineering and Architecture at the University of Pavia (Doria, 2022), which proposes a protocol for identifying recurring elements through a scalable cloud infrastructure, trained algorithms and georeferenced images: the aim is to monitor these elements over time and support the analysis and decision-making phases. Recent years have seen the development of digital dashboards, an interactive interface supported by a platform that combines trend charts and maps, spatial analysis and visualization with established business intelligence tools, to monitor the level of implementation of urban policies and actions aimed at achieving the UN Sustainable Development Goals, through a real-time description of significant aspects of the environmental, social, and economic quality of a specific socio-spatial area. While the earliest 'dashboards' used 'single' (generally quantitative) indicators – that by their nature are objective and independent of external influences, traceable over time and verifiable, and rarely allow for an interpretation of more complex phenomena – the most recent experiments employ 'aggregate' indicators, which can be understood more easily by users (PAs, businesses, citizens) but are more susceptible to interpretation.

In order to overcome this issue, through the development of a shared protocol and a transparent methodology with a human-centred imprint, DataLab experiments were conducted – promoted by the Metropolitan Cities of Genoa and Milan with the Department of Architecture and Design of Genoa and Colouree Srl (Magliocco and Canepa, 2022) – which uses data storytelling explicitly weighing individual indicators and the aggregation criterion, and by the Municipality of Udine with the Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura of the University of Udine on the planning of the environmental accessibility of urban centres (PEBA), which returns a comprehensive picture of citizen services and degrees of accessibility of individual urban areas through the use of ICT and 'user' interaction, highlighting and geolocating individual challenges to evaluate targeted actions for structural and maintenance interventions, for furnishings or temporary installations inaccessible performance wise (Milocco Borlini and Conti, 2022).

The digital transition has provided urban and architectural design with sophisticated morphogenetic parametric tools, primarily for the generation of forms from non-Euclidean geometries, the construction of building components, and the containment of energy consumption. In terms of architectural language, the concepts of innovation and sustainability are often seen as antithetical since innovation is associated with the use of futuristic forms (often anything but environmentally sustain-

able) and the sustainable approach seems to lean towards more traditional and local materials and technical solutions; in terms of the design process, the new innovability[®] paradigm opens up interesting perspectives in the management of urban transformations and the containment of energy consumption of buildings. As part of the research activity of the Joint Research Unit Transitional Morphologies, referable to the Politecnico di Torino and the Southeast University Nanjing (Barosio and Gugliotta, 2022), parametric tools are being employed to manage urban transformations based on formal (and not merely quantitative) parameters derived from the morphological analysis of the existing city and related to 'type' as a synthesis of form, to 'diagram' as an explication of the relationships between formal elements, and to 'model' as a baseline for reference data. This type of approach produces a variety of configurations defined within what DeLanda (2016) calls the 'space of possibilities', deferring the most appropriate solution to the designer.

Digital tools can also contribute to the energy redevelopment of an existing building by optimizing the design and production, for example, of prefabricated, modular technological envelope components with customizable finishes, according to the solution proposed by Energiesprong, whose wood-framed panels are suitably insulated and can be equipped with energy-efficient windows and doors and a new plant system. In this regard, a best practice is represented by the Renew-Wall research program, which saw the development of a digital solution to manage the complexity of the entire system, supporting an integrated workflow that would facilitate geometric and informational modelling at the design stage, replicability and adaptability to different configurations, and transferability of production-useful information to the CAD-CAM system (Massari et alii, 2022).

One of the priorities of European and national policies, also in relation to the rising energy cost, is to support the energy transition of the residential sector through specific policies and instruments. Among the various courses of action, it is worth noting that the most widespread one aims to enhance technical/technological interventions on the existing building heritage; this is counterbalanced by another, increasingly accredited by the scientific community, that attributes relevance to the user/smart tool pair: through energy monitoring, it can enhance indoor comfort, a significant reduction in household expenditure and appreciable environmental effects on a large scale, although the behavioural change of the individual results in a modest amount of consumption reduction. The experimentation conducted within a broader collaboration between the Azienda Casa Emilia-Romagna di Bologna (ACER BO) and the University of Bologna, aimed at assessing the actual benefits that the pair mentioned above can generate in relation to the ability of users to understand the concrete advantages, to actively interact with the technologies and to react to the information provided, should be read in this light (Gaspari et alii, 2022).

In order to respond to the now unavoidable demands of environmental protection and energy efficiency, digital technologies support the project by providing useful tools also to structure multi-scalar, multicriteria and replicable predictive matrices and models of technological-environmental character; these open new horizons for studies on technologies for building process management, especially regarding two approaches, one aiming at resilience in response to the challenges of climate change adaptation and mitigation, and the circular footprint approach from the perspective of safeguarding non-renewable resources.

Two research papers published in the volume should be read from this perspective. The first (Tucci et alii, 2022) defines an original methodological-application approach in support of the experimental-design phase for the regeneration of urban districts in terms of adaptation and mitigation of climate change, with beneficial effects in terms of environmental comfort in outdoor, intermediate and indoor spaces, as well as reduction of energy needs and CO₂ emissions; the methodology, applied to two case studies in Rome, develops a set of comparable, replicable and measurable actions (in terms of performance and well-being) and allows for the evaluation of passive bioclimatic strategies and solutions through dynamic ex-ante/ex-post modelling/simulation activities, whose effectiveness is validated through the quantification of CO₂ emission reduction. The second contribution (De Joanna et alii, 2022) proposes two in-progress, but nevertheless significant, doctoral researches that share the common goal, already at the feasibility study stage, of identifying criteria and tools for the control of resilience and circularity factors in construction as a strategy for environmental impact mitigation; however, they are based on two distinct disciplinary approaches, finalizing the tools developed for the application of different methodologies: one is 'agile', evaluative on a large scale, allowing key players in the decision-making process to operate with a reduced use of resources in terms of time and costs, to have at their disposal a map of the existing built environment and to implement databases and information frameworks useful for future interventions; the other is 'parametric', allowing design choices to be pre-oriented in accordance with the context of reference, transcending the traditional and exclusive focus on energy efficiency and also integrating economic and social aspects for the improvement of housing, environmental and ecosystem quality.

Another relevant impact of digital technologies concerns the promotion and implementation of policies for sharing tangible and intangible resources through new and increasingly sustainable devices-platforms-services. In particular, digital platforms have the potential to unlock innovative fields of action/development by leveraging the possibilities of remote connections between data, assets, knowledge and stakeholders, resolving systemic inefficiencies, creating new opportunities for shared know-how among different fields of knowledge and for exchange in the management of tangible and intangible resources, as well as structuring a robust chain of cross-sectoral reuse across different productive sectors. For example, particularly relevant is the archiving and cataloguing of the Intangible Heritage of traditional artisanal processes on digital platforms that, by acquiring the role

of catalyst for creative and organizational processes, contribute to the construction of a systematized and transmissible memory for more profitable competitiveness of SMEs and act as a driving force for the development of user-experience processes aimed at dissemination and reintegration into the contemporary design context (Goretti et alii 2022). Of no less importance is the development of intuitive, interconnected, integrated and deployable digital platforms and applications for the management of information on university research and educational activities; it will facilitate the transition to an open, transparent, inclusive and sustainable system, in which the academic community succeeds in regaining a primary cultural role, and in which the Universities are increasingly complementary to the territorial model of reference as well as in a constant relationship of exchange and 'mutual contamination' with the research and industry worlds (Bruno and D'Alessandro, 2022).

Sustainable development and digital transition find ample space for new synergies, especially in specific project disciplines interested in developing integrated systems for circular production chains, albeit at different speeds. In fact, if architectural and urban design has long been working towards the innovation of design and construction paradigms in a sustainable and circular sense, exhibition design is slow to integrate these aspects into its creative and management structures in a systemic way. However, there are meaningful and innovative experiments in both subject areas, sometimes already codified into replicable practices, that return the potential of digital for a circular and sustainable transition. While architectural platforms are more well-known (Harvest Map, Restado RE-sign, and Madaster, to name a few), exhibition design platforms are few and poorly known because the museum system has to date mainly focused its attention on the opportunities of digital technologies primarily in terms of fruition, facilitating interactive and immersive experiences or utilizing data as a sensory dimension. There are, however, virtuous private initiatives, such as New York's Materials for the Arts (which collects reusable materials from companies and individuals and provides them free of charge to public schools, city agencies or non-profit organizations for the realization of art programs), Milan's Spazio META (which collects, processes and finally, displays materials for sale to the public) and Non Si Butta Via Niente (which encourages a creative regeneration process of display artefacts, partially or totally reusable, thanks to a mutually collaborative web platform). The cross-analysis of the aforementioned best practices suggests that innovations and circular approaches already embedded in the research and practice of some sectors (such as architecture) could be usefully translated to other less environmentally conscious sectors (such as exhibition design), with possible synergies in the formation of a potential universal 'database' in which materials and components are subject to a traceability system for cross-use in different domains, thereby generating as many life cycles as possible (Crippa et alii, 2022).

It should also be noted that the recent Covid-19 pandemic emergency has enforced changes and restrictions in every field of human activities, replacing the traditional in-person mode with long-distance relationships. The challenge we face today is not to abandon what we have experienced and learned, but to put it to good use with a 'phygital' approach capable of best interpreting the context in which we operate, triggering hybrid, physical or virtual modes of interaction according to punctual needs, to shape a conscious and lasting digital transition. Three experiments in this sense deserve praise, two of which are 'phygital', on undergraduate education (Bracco et alii, 2022) and on material perception (Del Curto et alii, 2022), as well as a didactic on optimizing workflows and waste (Esposito et alii, 2022).

The first illustrates the research project 'Virtual Pharmacy, Real Skills' on the Service Pharmacy, developed by an interdisciplinary team of professors at the University of Genoa: in view of the development of integrated teaching based on stable digitization and the principles of Cognitive Ergonomics and Interaction Design, student and teacher can customize the digital tool, on the one hand overcoming univocal and repetitive modes in favour of a model adapted to punctual needs, and on the other hand stimulating the student's ability to adapt and predict specific situations, fundamental for medical professionals. The second experiment illustrates the project SMaPT (Sustainable Materials and Perception Tool) of the Politecnico di Milano, which developed a new online way of interacting and acquiring knowledge through moodboards of keywords and images to evaluate, according to the principles of CMF design, the level of perception of users at a distance of the aesthetic-expressive properties of sustainable plastics. The third, conducted by professors from the University of Florence using original training approaches, investigates the gamified implementation of Lean mindset processes through BIM applications to increase the quality of the production process and contribute to the achievement of sustainability goals in the construction sector: a didactic simulation using LEGO® as a tool for the application of two workflows, one traditional and one Lean-oriented, demonstrates how appropriate design methodologies combined with today's available digital tools make it possible to control numerous aspects of architectural design, reduce resource waste and design or construction errors, decrease design time and operate in terms of quality management of the final product.

At a time when construction production chains are undergoing a profound ecological and digital transformation to support the competitiveness of a global market and the resilience of the sector to ongoing environmental and socioeconomic challenges, digital tools enable the facilitation of advanced project optimization and management, construction engineering and production, and the maximization of environmental performance. In general, digital can be construed as a technical and cultural innovation that has the potential to promote the development of new and reliable methodological approaches for the interpretation of massive amounts of data that it contributes to making available in order to manage the building process better, but also to simulate/evaluate the performance behaviour and life cycle of the built environment. In addition, the recent development of digital technologies has paved the way for the possibility of transforming facilities for prefabricated building production into

highly integrated, controlled, and economically and environmentally efficient Industry 4.0 systems, in place of more traditional approaches in which centrality is assigned to the construction site, as the privileged place where most of the construction sequences take place. Studies on the topic include the CARES research, conducted by the Department of Architecture of the University of Florence and the company AREA Srl; this study develops a scalable and replicable innovative model of industrial production of corrugated construction elements based on dual product-process digitization through the use of BIM tools, aimed at optimizing material consumption and reducing production waste (Romano et alii, 2022). Further still, the proposition of a workflow for the integration of computer data and data management platforms with environmental impact assessment models such as LCA, in order to support sustainable actions on the life cycle of a particular industrial product, the prefabricated and customized cell for high-tech curtain walls, their real-time verification during the advancement of the production process and increased quality of the final project (Zaffagnini and Morganti, 2022).

The management of the use and maintenance phases of an artefact is also a key aspect in designing sustainable buildings and researching strategies for the efficient management of the built environment in terms of economic resources and materials. Innovative Facility Management processes can be implemented through digital tools, optimizing consumption and resources, as long as they are planned right from the design stages by tapping into the potential of BIM tools and the 'digital twins' populated with the information needed for both the product construction and management phases. However, in practice, the use of BIM tools in management and maintenance operations encounters critical issues due to the many variables that come into play at life cycle stages, the need to update databases and integrate specialized software, and the unavailability of real-time data, all of which is necessary to optimize, and sometimes prolong, the life cycle of a building, component, or material. In order to overcome the aforementioned critical issues, a team of researchers from the University of Trento, the luav of Venice and Tekser Srl developed an integrated, simplified, user-friendly and cost-effective strategy for the creation of CMMS databases based on BIM models, capable of supporting predictive approaches (Dejaco et alii, 2022): the experimental model allowed for timely malfunction intervention in 90% of cases.

The issues addressed by the research and essays and published in this volume demonstrate that the two transitions, ecological and digital, are closely linked and represent 'inseparable challenges' that need to be addressed systematically and according to logics open to interdisciplinarity, capable of transcending disciplinary status to guide and promote a resilient, sustainable and inclusive 'recovery'. In addition, it is widely acknowledged that 'innovation' and 'sustainability' are the two founding instances of this dual transition, one in service of the other to give new function to things and consciously utilize our planet's non-renewable resources. To this end, digital is configured as a tool capable of initiating shared processes that would otherwise be slower to activate, less pervasive and probably less performant; digital innovation can represent the engine of a new development paradigm capable of providing concrete solutions to the energy and environmental crisis based on an evolutionary mechanism marked by experimentation in design processes.

Another element that emerges from the published texts is the need to bring the human-social component back to the centre of the project and urban planning, in a symbiosis between nature and artifice capable of activating constant feedback cycles that allow responding in real-time to the needs of the entire ecosystem, the city and citizens. Innovation and design firm CRA (Carlo Ratti Associati) has been focusing for quite some time on investigating the possible synergies between the natural and the artificial in the built environment and leveraging digital technologies as a multidisciplinary tool for innovating urban space. The CRA firm addressed several themes; among them was that of decarbonization through the Hot Heart project in Helsinki (2021), a huge facility capable of producing 6,000 GWh with seawater heat pumps and converting wind and solar power, while at the same time offering users multifunctional services, recreational activities and peaceful enjoyment of nature. CRA firm's smaller projects demonstrate that 'indivisible challenges' can/should be addressed at different scales of the built environment through experimentation with technological tools that make them active participants in changing the urban ecosystem: the Living Nature Pavilion (Milan, 2018) with its climate-controlled garden and the Sun&Shade installation (Dubai, 2017) featuring mirrors capable of reflecting excessive sunlight and heat are emblematic examples, as well as the larger Jian Mu Tower (Shenzen, 2021), a 218-meter tall multipurpose building that exemplifies the concept of 'farmscraper', in which the artificial intelligence of a 'virtual agronomist' manages the production and food supply of the tower's users (Tucci and Ratti, 2022).

In conclusion, the scientific community must broaden the debate on the new design paradigms imposed by digital manufacturing in order to return a greater centrality in the construction site to whoever envisioned the object and therefore possesses its logic in depth (Pone, 2022). It is necessary to evaluate possible trade-offs between 'capital intensive' digital manufacturing (expensive and created using sophisticated, high-performance machine tools) emblematically exemplified by the 2014 Landesgartenschau Exhibition Hall in Stuttgart and the 2017 Timber Pavilion of the Vidy-Lausanne Theatre, and those which are 'labour intensive', which tend to value manpower and collective labour, as in the case of the Constructive Geometry Pavilion built at the Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto in 2012. Nevertheless, the role of the designer in process management will be crucial, as the designer is entrusted with the responsibility of meeting the challenges of the new millennium, whose path seems to be charted on keywords such as innovation, sustainability, interdisciplinarity, digital culture, bits, artificial intelligence, resilience, adaptivity, circular economy, eco-friendliness, community and social inclusion.

INNOVABILITY
Transizione Digitale

INNOVABILITY
Digital Transition

RETROSPETTIVE E PROSPETTIVE SUL RAPPORTO TRA PROGETTO, TECNOLOGIA E NEOCIBERNETICA

PAST AND FUTURE OF THE CONNECTION BETWEEN PROJECT, TECHNOLOGY AND NEOCYBERNETICS

Theo Zaffagnini, Otello Palmi

ABSTRACT

Il contributo pone in dialogo le scienze del progetto e la filosofia della tecnologia al fine di riflettere sul concetto di innovazione in era digitale. Con questo obiettivo si affronta la ricostruzione di un incontro decisivo tra queste due dimensioni consolidatosi dalla fine degli anni Sessanta nel contesto italiano confrontandolo con le prospettive di ricerca attuali. Questo confronto indaga una linea evolutiva delle relazioni tra uomo e macchina nell'orizzonte progettuale con una particolare attenzione all'approccio sistemico. Il pensiero cibernetico e i suoi sviluppi costituiscono il nesso tra questi due momenti (anche brevemente esemplificati in contesti operativi) e in un suo ripensamento si individuano delle possibilità di interpretazione differente del rapporto tra tecnologia e progetto, un rapporto capace di coniugare approccio olistico e attenzione alle differenze e finalizzato a contribuire alla riflessione sulla cornice teorica attraverso cui implementare le nuove tecnologie.

The paper compares design sciences and the philosophy of technology to contribute to the understanding of the concept of innovation in the digital era. Firstly, this work retraces an encounter between these two dimensions that took place in Italy in the late 1960s in order to compare it with some contemporary research perspectives. This operation investigates the evolution of the connection between humans and machines in design, particularly focusing on the systemic approach. Cybernetic thinking and its developments are the links between the two moments (investigated in the text both from a theoretical point of view and through examples). Secondly, it will be shown that a different interpretation of cybernetics can open up the possibility of a new understanding of the relationship between technology and design. A perspective capable of merging a holistic approach and attention to differences and aimed at providing a contribution to the reflection on theoretical paradigms through which technological innovation can be deployed.

KEYWORDS

teoria dei sistemi, cultura tecnologica, neocibernetica, transizione digitale, innovazione
systems theory, technological culture, neocybernetics, digital transition, innovation

Theo Zaffagnini, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architecture of the University of Ferrara (Italy). He carries out research in the field of Architectural Technology and mainly deals with technological and digital innovation in building processes and with sustainability in architectural buildings. E-mail: theo.zaffagnini@unife.it

Otello Palmi is a PhD Candidate in Architecture and Urban Planning (IDAUP) at the Department of Architecture of the University of Ferrara (Italy). He graduated in Philosophy and Philosophical Sciences at the University of Bologna and took a master's degree in Innovation Management and Communities at the University of Ferrara. He deals with the ethical consequences of the use of artificial intelligence in urban areas. E-mail: plmtll@unife.it



La fine degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Settanta del Novecento in Italia, per chi ama volgersi indietro per tentare di comprendere alcune dinamiche future, rappresentano un momento apparentemente non molto dissimile, per atmosfera e ambiziose aspettative, a quello attuale. Se con il termine *innovability*[®]¹ intendiamo l'odierna urgenza di generare un rapporto di complementarietà strategica tra ecologia e digitale, è bene chiarire una differenza con il paradigma prevalente in quegli anni. Un paradigma caratterizzato dalla definizione di un rapporto anch'esso di complementarietà strategica, ma, in quel frangente, ricercato tra industria e accademia: tra sviluppo di modelli progettuali, produttivi e gestionali efficienti e la formazione di nuove figure professionali adeguate alle sfide da affrontare. Giuseppe Ciribini (cit. in Turchini, 2013, p. 155), uno dei più importanti maestri della disciplina della Tecnologia, traduce questa esigenza nella necessità di formare degli intellettuali tecnici, ovvero figure in grado di trasferire cultura e riflessione teorica sugli obiettivi nel mondo della produzione e di integrare la dimensione ideale e critica con il raggiungimento di risultati tecnologici concreti.

Questa esigenza è una coerente risposta alla consapevolezza delle complesse sfide dalla società del tempo: «[...] un mondo [...] che cominciava ad accorgersi di disporre di risorse scarse e che doveva essere indagato non solo per trovare soluzioni, ma prima ancora per capire le cause dei fenomeni» (Antonini, 2013, p. 44). Tale risposta contribuì progressivamente a perfezionare il rapporto tra tecnologia, progetto, design e ambiente, arrivando ai modelli che oggi conosciamo e pratichiamo e aprendo la strada a competenze gestionali e a nuove sensibilità pur con gli ovvi ripensamenti iterativi. Non uno solo, ma molti dei maestri della disciplina attivi in quegli anni – nella sana competitività e nel convincimento pieno della validità delle proprie idee – si sono distinti per l'applicazione dei principi comuni citati precedentemente oltre che per l'apertura e la contaminazione delle proprie diverse visioni di futuro: specialmente nella strutturazione di modelli teorici e nell'uso del progetto come strumento di definizione e sperimentazione di nuovi modelli di industrializzazione. Queste riflessioni furono messe al servizio della visione di una frontiera evolutiva nazionale articolata e capace di intercettare le nuove tecnologie informazionali, la cibernetica, la filosofia, la semiotica e l'ergonomia.

A stupire nella lettura dei volumi di quegli anni come *La Sfida Elettronica* (Foti et alii, 1969; Fig. 1) e soprattutto *Un Pianeta da Abitare* (Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, 1971; Fig. 2) è la qualità e la modernità dell'analisi: una lettura del contesto tecnologico e delle sue prospettive in un quadro realmente multidisciplinare, con studi capaci di mettere in relazione proficua le frontiere del sapere tecnologico per l'edilizia con altri ambiti culturali, al fine di pensare dei driver per l'innovazione di settore. Nel primo dei due testi gli autori si confrontarono sulle prospettive dell'uso del computer in architettura (Fig. 3).

A una lettura contemporanea queste considerazioni appaiono tanto predittive di pratiche e realtà divenute poi, nei decenni successivi, patrimonio comune di progettisti e studiosi, quanto fortemente attuali riguardo una penetrante analisi

circa le potenziali criticità applicative e i rischi impliciti. Ma è nel secondo volume, in particolare nella sezione prima intitolata *Il Boomerang Tecnologico*, che emergono in modo cristallino alcune capacità predittive del gruppo di lavoro le quali, se replicabili all'oggi, darebbero un quadro forse più lucido o attendibile delle ricadute dello sviluppo tecnologico dei prossimi decenni. Si trattò di un libro manifesto di una visione olistica del futuro capace di indicare i territori e le metodologie avanzate di sviluppo della progettazione tecnologica e l'imprescindibilità del dialogo costruttivo e di azione sinergica con l'industria di settore. Inoltre vi si tratteggiarono le basi del concetto di sostenibilità e di quella che sarebbe diventata la disciplina della progettazione ambientale attraverso l'introduzione, nella matrice evolutivistica disciplinare, delle tematiche tecnologiche.

Nello scritto *Una Nuova Tecnologia per l'Ambiente Costruito*, Ciribini (1971) pone le basi teoriche di questa visione delineando un approccio di tipo cibernetico alla progettazione capace di tradurre, senza esserne schiacciata, la cultura tecnologica del suo tempo in linguaggio progettuale. Nel contributo successivo intitolato *La Gestione della Tecnologia*, Baglioni Moretti, Baracchi, Bazzanella, Foti, Pasquali e Zaffagnini mettono in evidenza potenzialità e criticità indotte da un'innovazione tecnologica autoriferita o guidata solo dal profitto e svincolata da contesti sociali, ambientali ed etici. Il testo si impone come una puntuale analisi del contesto unita a una pragmatica lettura dei rischi di questo tipo di avanzamento tecnologico sia per lo sviluppo umano sia per l'equilibrio ambientale (Baglioni Moretti et alii, 1971, pp. 59-61). È qui che l'approccio sistemico proposto da Ciribini viene declinato nel rapporto tra uomo e ambiente attraverso supporti metodologici per la progettazione di una edificazione del territorio imperniati sulle necessità dell'uomo e sulle capacità operative (che oggi chiameremmo skills) di una nuova generazione di tecnici (Fig. 4).

A partire da questi presupposti, il presente contributo analizza la relazione tra modello cibernetico e progettazione mettendo in dialogo la prospettiva del gruppo di lavoro citato con quella del filosofo Gilbert Simondon. Questo confronto – attraverso un'indagine teorica e il riferimento a un determinato approccio progettuale – delineerà tanto il profilo di questa operazione quanto lo spazio che in essa resta per la dimensione etica e non meramente tecnica del progetto. Successivamente si indicheranno alcuni degli usi contemporanei del paradigma cibernetico nelle scienze del progetto evidenziandone limiti e prospettive. Infine, attraverso una riflessione sulla struttura del modello cibernetico, si proporrà una lettura capace di intercettare questa prospettiva con dei paradigmi progettuali contemporanei e con un quadro teorico mutato attraverso cui poter implementare le più recenti innovazioni tecnologiche con una particolare attenzione all'aspetto etico e a quello ambientale.

Un nuovo modello della realtà | Come detto è soprattutto Ciribini, fra gli altri, a formalizzare una prospettiva teorica in cui la tecnologia viene indicata come elemento necessario, ma non sufficiente, all'innovazione progettuale. Infatti, questo Maestro della disciplina, individua attraverso il concetto di alienazione la matrice delle incompatibilità

tra tecnologia, ambiente e società a cui abbiamo accennato. Egli, prendendo a modello alcune riflessioni di Simondon del 1958 (Simondon, 2021, pp. 135-136), intende l'alienazione come mancata acquisizione da parte di coloro che operano in contesti tecnologici di una sorta di intelligenza dell'oggetto tecnico (Ciribini, 1971, p. 15). Esiste un disallineamento tra lo stadio dello sviluppo tecnico e quello della capacità che le forze lavorative e organizzative hanno di relazionarsi; è questo sfasamento a impedire quella 'specie di intelligenza' a cui Ciribini fa riferimento. Questa lettura, che accomuna i due autori, è basata su una concezione della tecnologia come processo connesso alla prassi umana che evolve attraverso una storia che dall'attrezzo, tramite lo strumento, giunge alla macchina.

Il tema diventa, allora, guadagnare una relazione sincronica alla nuova età della macchina (Fig. 5), a quella seconda rivoluzione industriale descritta da Norbert Wiener già nel 1965 e caratterizzata dalla possibilità di una sostituzione meccanica di alcune operazioni tradizionalmente assegnate al cervello (Wiener, 1968). Le nuove macchine dialogano con il proprio ambiente attraverso dei sensori e, tramite dei meccanismi di retroazione, possono regolare il proprio comportamento in vista di un fine. I concetti di sistema, informazione e ambiente diventano le componenti di una nuova interpretazione della realtà. Ciribini (1971, p. 29) riconosce alla cibernetica, nel suo contesto tecnologico, il ruolo di filosofia sistemica e strutturale capace di fornire un nuovo modello scientifico. Si coglie che l'informazione sarà probabilmente materia delle società del futuro e che la teoria dei sistemi potrebbe esserne la logica. L'approccio sistemico, allora, diventa il modello attraverso cui instaurare un dialogo tra natura, uomo e società attraverso la tecnologia (Ciribini, 1971, p. 18). La cibernetica diventa allo stesso tempo il modello attraverso cui interpretiamo la realtà e la struttura di assiomi e regole di trasformazione tramite cui strutturiamo il nostro agire razionale (Ciribini, 1971, p. 35; Hammoudi, 2021).

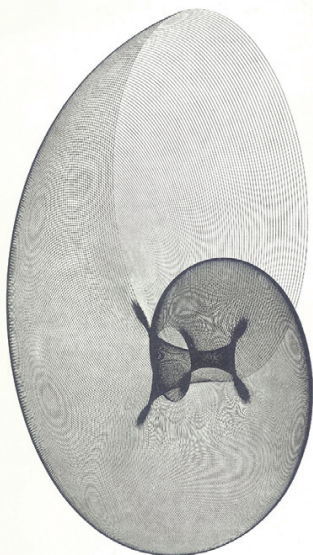
Una cultura tecnologica per il progetto e un progetto per una cultura tecnologica

La relazione tra questa cultura tecnologica e gli elementi non tecnologici con cui entra in contatto dà luogo almeno a due rischi: la riduzione di tutti i problemi a questioni tecnologiche e la relazione problematica tra il pensiero e l'azione umani, e il calcolo e l'efficacia tecnici. Simondon resta la traccia filosofica. Per il filosofo, infatti, è necessario comprendere la tendenza totalizzante della cibernetica che – incorporando in sé la finalità e la capacità di orientare i mezzi agli scopi – sembra sostituire la capacità umana di giudizio. Anche Ciribini (1971, p. 19) coglie questo pericolo riconoscendo alla tecnologia un ruolo centrale nelle trasformazioni del sistema uomo-natura ma contestandone una concezione mitizzata e onnicomprensiva.

Alla consapevolezza di questi rischi corrispondono risposte filosofiche e progettuali puntuali. Simondon (2021, p. 123) considera la finalità automatizzata nei processi di retroazione «[...] l'aspetto più basso e grossolano della finalità [infatti] se la finalità diventa oggetto di tecnica, vi è un'altra della finalità nell'etica». L'automazione parziale delle finalità, dunque, lascia vedere un aspetto etico superiore, un livello in cui l'uomo è tra le mac-

la sfida elettronica

realità e prospettive dell'uso del computer in architettura



un pianeta da abitare

requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito

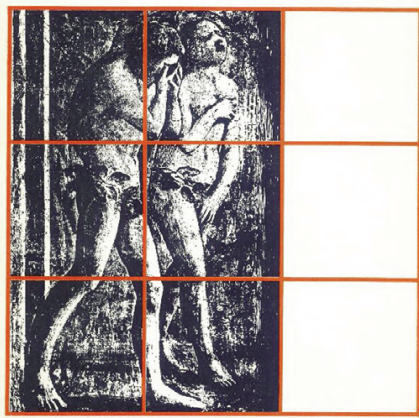


Fig. 1 | Book cover Foti et alii (1969).

Fig. 2 | Covers of Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (1971).

chine come portatore di senso. Un portatore capace di avere, impostare e comprendere i problemi e perciò irriducibile alla macchina: «Per la macchina, non vi sono problemi, ma soltanto dei dati che modulano dei trasduttori; [...] Risolvere un problema è poterlo aggirare, è poter operare una revisione delle forme che sono i dati stessi del problema» (Simondon, 2021, p. 161).

Ciribini trae da questa cornice teorica la sua riflessione progettuale su ciò che è tecnologico e ciò che non lo è distinguendo, ad esempio, due aspetti riguardo alle finalità del progetto: uno intenzionale che ha a che fare con i rapporti interpersonali e la relazione con la natura e che si situerà, quindi, fuori dal dominio tecnologico; l'altro, riguardante invece l'armonizzazione tra mezzi e fini e la strutturazione di relazioni operative, sarà collocato all'interno del dominio tecnologico (Ciribini, 1971, p. 19). A una logica simile risponde anche la differenziazione tra futuri possibili e futuri voluti. I primi riguardano, infatti, la previsione delle condizioni tecniche in base allo stato della tecnologia del tempo; i secondi, invece, sono modalità dell'anticipazione e implicano operativamente la strutturazione di modelli di rappresentazione predittivi, basati su valori auspicabili nel futuro. Questi valori divengono dei vettori capaci di ristrutturare per intero la struttura dei fatti in cui si va a operare proiettando una nuova configurazione potenziale capace di tenere insieme le condizioni tecniche date con le volontà di cambiamento, sociale o ambientale, espresse in un particolare contesto (Ciribini, 1971, p. 20).

Riconosciamo, in queste parole, un'originale riconfigurazione della logica critica di Simondon in cui l'umano ha una capacità meta-tecnica di impostare il problema da risolvere. Una capacità che, attraverso l'assunzione consapevole di un modello, struttura il reticolo dei fatti e delle connessioni significative per una specifica operazione (Fig. 6). Le due dimensioni, tecnologica e umana, non vivono in opposizione, ma in relazione necessaria. Questo nesso innerva la logica progettuale che prevede un'attenzione alle motivazioni e alle esigenze che definiscono un contesto dato. Queste componenti intenzionali, e quindi non tecnologicamente determinabili, devono tradursi prima in dichiarazioni qualitative e poi in criteri quantitativi capaci di denominare specifiche di prestazione di ogni ente tecnologico (Ciribini, 1971, pp. 43, 44; Figg. 7, 8). Un ente che va sempre inserito in un contesto, di cui occorrerà delineare preventivamente le condizioni al contorno, e che avrà generalmente come input le condizioni puntuali esistenti unite alle mete (fini, scopi o obiettivi) poste a ragione del sistema stesso. Questo sistema dovrà compiere un lavoro restituendo un output derivante dalla trasformazione, in senso intenzionale, dell'evoluzione naturale del contesto (Ciribini, 1971, p. 36). Se è vero, allora, che Ciribini considera la cibernetica come modello di analisi, di previsione e di azione adatto alle esigenze della società a lui contemporanea, è altrettanto vero che la dimensione etica, per come l'abbiamo delineata, non viene mai meno.

Le riflessioni fin qui operate sulla cultura tecnologica della progettazione tuttavia non delineano, da sole, un quadro d'insieme più esteso dello scenario in cui tali teorie si sono evolute per poi giungere alla propria piena maturità nei primissimi anni Ottanta. Se infatti il saggio di Ciribini (1984)

intitolato Tecnologia e Progetto – Argomenti di Cultura Tecnologica diffonde nelle Scuole di Architettura la nuova accezione sistemica di cui si è fin qui parlato, anche altri contributi affrontarono proficuamente questo tipo di approccio estendendo l'osservazione e proponendone l'applicazione per contesti produttivi industriali emergenti in relazione al tema abitativo.

È il caso del volume Progettare nel Processo Edilizio – La Realtà come Scenario per l'Edilizia Residenziale (Zaffagnini, 1981) in cui veniva proposta una lettura estremamente articolata delle nuove 'regole del gioco' dello scenario edilizio operativo con la presentazione di un approccio sistemico progettuale in dialogo con l'industria della prefabbricazione (e non solo); una prospettiva questa basata su innovativi approcci esigenziali-prestazionali (utili al progettista, ma soprattutto al controllo della qualità finale del progetto e del costruito), su nuove metodologie di progettazione tipologica strettamente correlate alla coordinazione modulare (per l'industria) e sulla composizione dei nuclei familiari di riferimento (per l'adeguato dimensionamento). Il quadro veniva completato anche da specifiche attenzioni verso il rilevamento e la verifica di soddisfazione dell'utenza e in ultimo, verso il controllo della qualità ambientale del progetto. Volendo tentare il riconoscimento di una matrice progettuale di riferimento comune tra gli studiosi e decisiva per le loro nuove prospettive decisionali e progettuali, o di individuare una buona pratica rilevante per i gruppi di ricerca dell'epoca, non si possono certamente non citare le esperienze progettuali sperimentali anglosassoni delle New Towns e specificatamente il caso di Milton Keynes del 1970.

The Plan for Milton Keynes infatti si configurò come esempio credibile e tangibile di un approccio sistemico al tema della progettazione urbana, ma non solo. Fu strumento assai sensibile e capace di tradurre in atto concreto raffinate letture sociali ed economiche, di attivare scrupolose analisi sulla qualità dell'utenza prevista per creare variabilità tipologiche e funzionali d'insediamento auspicabilmente versatili e tipologicamente adattabili al cambiamento. Ciò in particolare cercando di prevedere le ricadute di aspetti prima scarsamente considerati quali l'evoluzione e involuzione del numero di componenti familiari e i possibili effetti delle trasformazioni culturali, allora in atto, su una città in divenire.

Oltre a questo ci fu il significativo apporto di una consapevolezza dei valori etici e della qualità ambientale ed eco-sistemica come co-generatori di una duratura qualità urbana. Di certo fu un modello di riferimento per quanto riguarda i programmi di sperimentazione tipologica e per la definizione di protocolli di verifica del grado di accettazione d'utenza. Fu anche esempio significativo per via dell'introduzione di protocolli di validazione della rispondenza ai livelli di flessibilità abitativa previsti in sede progettuale come evidenziato in un saggio di quegli anni dal titolo Nuovi Modelli Abitativi – L'Attualità della Sperimentazione (Giallocosta, Zaffagnini and Zannoni, 1983). La convergenza tra le riflessioni teoriche ed esempi come questo evidenzia la nitida necessità, prontamente rilevata, di una chiave di lettura etica e ambientale del progetto capace di interagire con gli strumenti innovativi emergenti al fine di intersecare le possibilità tecnologiche con le componenti intenzionali.

Conoscenza cibernetica e nuovi paradigmi progettuali

A distanza di molti anni e in una fase matura della rivoluzione digitale si avverte l'urgenza necessità di soluzioni di design capaci di tradurre l'innovazione tecnologica in reale sviluppo sociale (Floridi, 2020). L'avanzata della tecnologia digitale ha interrogato le discipline del progetto in vari modi: promuovendo un'epistemologia e un'estetica computazionali (Carpo, 2017), modificando gli stessi processi della progettazione e aprendo nuove possibilità per una relazione responsiva tra ambiente costruito e contesto (Ratti and Claudel, 2017). In questo sviluppo storico – che, non senza fratture, dalla teoria dell'informazione e dal pensiero cibernetico conduce verso il pensiero computazionale e i sistemi di intelligenza artificiale – il paradigma cibernetico di cultura tecnologica ha mantenuto una certa rilevanza (Sweeting, 2019; Picon and Hill, 2019; Hammoudi, 2021).

Il discorso contemporaneo sulla relazione tra cibernetica e progetto si misura, ovviamente, con un contesto tecnologico diverso da quello indagato da Ciribini. L'esplosione della potenza computazionale dei calcolatori e la riduzione delle loro dimensioni, i processi di realizzazione di sistemi di intelligenza artificiale sempre più articolati e le possibilità aperte dall'IoT in termini di raccolta e condivisione di dati sono solo alcuni dei passaggi decisivi che informano l'attuale ambiente tecnologico (Floridi, 2014). Evoluzioni che hanno portato a esperienze di 'collaborative design' e aperto prospettive ottimali in termini di integrazione di approcci, ma che evidenziano anche rischi di determinismo e autoreferenzialità tecnologica (Giallocosta, 2011). In questo contesto la riflessione progettuale sulla cibernetica contemporanea può essere definita neo-cibernetica non tanto per delle modifiche strutturali al sistema teorico, quanto per una sua applicazione in un contesto tecnologico mutato. Questo approccio appare scisso in due poli opposti: da una parte la cibernetica intesa come scienza del controllo capace di armonizzare tecnologia, natura e società; dall'altra essa diviene la giustificazione teorica di una società del controllo ubiquo e della conservazione dello status quo (Contingent Collettive, 2021).

La prospettiva critica nei confronti della cibernetica è fortemente presente negli studi urbani e, in maniera particolare, nel lavoro analitico attorno al paradigma Smart City. La cibernetica viene indicata come una delle fonti concettuali principali del discorso sulla smartness (Townsend, 2014; Picon and Hill, 2019; Hnilica, 2019). Questa matrice si rivelerebbe tanto nell'intendere la città come un sistema di flussi informativi, quanto nel considerare la possibilità di una regolazione autonoma, tecnica e oggettiva del sistema urbano. Questa cultura tecnologica applicata alla pianificazione urbana è stata oggetto di molte critiche: l'impossibilità di restituire la complessità urbana basandosi solo sui dati, la difficoltà di intendere la città come un tutto omogeneo con un'efficienza complessiva misurabile, una concezione passiva e coercitiva della cittadinanza (Fig. 9), la prevalenza di un approccio techno-centrico inteso come un soluzionismo anche nell'ambito sociale e ambientale che Antoine Picon (2015) definisce esplicitamente come 'neocybernetic temptation' (Fig. 10).

In maniera speculare, nell'ambito della riflessione sulla connessione tra tecnologia e progetto architettonico, un approccio cibernetico diviene

terreno comune in cui ottimizzare l'impatto ambientale della progettazione: «[...] la nuova ecologia incorpora i tradizionali meccanismi di feedback dei sistemi naturali, dalla crescita delle piante alla migrazione degli insetti, sfruttando al contempo le potenzialità del mondo digitale, estese nel contesto dell'Antropocene. Gli ecosistemi funzionano soltanto quando ogni elemento è responsivo al contesto: i sensori digitali, gli attuatori e le intelligenze artificiali possono contribuire al raggiungimento di questo obiettivo» (Ratti and Belleri, 2021, p. 12). Questa nuova ecologia cibernetica sembra poter aprire una strada verso un design integrato di tecnologia e natura, favorito dall'applicazione di sensori e di intelligenze artificiali, e capace di apportare cambiamenti senza precedenti alla progettazione.

Entrambe le prospettive pensano la cibernetica come logica della totalità, come meta-linguaggio capace di armonizzare le differenze; in un caso questa armonizzazione viene interpretata come imposizione riduzionista, nell'altro come possibilità di relazione sinergica tra le parti. Appare necessario, in tale contesto, considerare il fatto che la cibernetica, come tutti i saperi, ha subito un'evoluzione storica non soltanto legata a logiche di sviluppo tecnologico, ma soprattutto a crisi epistemologiche interne. La distinzione tra cibernetica di primo ordine – basata su comportamenti adattivi, feedback negativo e stabilità dei sistemi – e quella di secondo ordine basata sull'auto-poiesi e sull'impossibilità di un osservatore esterno al sistema appare decisiva.

Le applicazioni contemporanee che abbiamo considerato sembrano molto più legate alla prima cibernetica e alla sua pretesa di una armonizzazione delle differenze – sia quelle tra uomo e natura sia quelle tra le parti della realtà urbana – comprese in una logica più ampia e di sistema. Tuttavia questo è «[...] un uso ristretto della cibernetica – un uso pragmatico, terapeutico – quello di mobilitarla come arte della gubernatio/navigatio dei sistemi complessi, come coordinamento e guida delle parti in funzione del tutto e come frame omoeotecnico di un ecobacking illuminato» (Fabbris, 2021b, p. 46). Qui si ambisce ad un sapere senza residui, alla rifunionalizzazione di tutte le esternalità negative, ad una computazione armonizzante capace di salvare la nave spaziale terra pensata da Buckminster Fuller (Fabbris, 2021b; Fig. 11).

Una seria presa in considerazione della cibernetica di secondo ordine deve fungere da contrappeso realistico a questo olismo, utopico o distopico, a seconda del punto di vista. Ogni sistema si deve intendere come una differenza operativa che non entra in comunicazione con gli altri sistemi in base a una struttura parte/tutto, ma attraverso una continua emergenza di polarità sistema/ambiente capaci di entrare, o non entrare, in risonanza reciproca (Fabbris, 2021a). Quando questa risonanza perdura nel tempo si ottiene una composizione che, a sua volta, opera come un sistema che può entrare in relazione con altri sistemi. «Nessun direttore d'orchestra a comporre queste voci, nessun kubernetes in grado di dirigerle pilotarle, armonizzarle» (Fabbris, 2021b, p. 49).

In quest'ottica il progetto esce dalla prospettiva della totalità – da una cibernetica intesa come sinergia totale o come controllo ubiquo – per entrare nella faticosa prospettiva della mediazione, una mediazione intesa come progettazione di in-

terfacce tra sistemi, capaci di accoppiamenti funzionali situati e contestualizzati. In questa prassi 'artigianale', in questo olismo della differenza e della mediazione, il progettista può recuperare quel ruolo tra le macchine, né sopra né sotto di esse, ricercato da Simondon e Ciribini. Questo a patto di intendere per macchina, sulla scorta della riflessione di Ashby (1971), un modo di comportamento, una struttura operativa componibile con altre attraverso la progettazione di interfacce capaci di sfruttare le energie delle differenti chiusure operative (Fabbris, 2021b).

Conclusioni | Questo approccio alternativo al pensiero cibernetico può essere una via per entrare in dialogo con alcune recenti proposte progettuali molto critiche riguardo alla cultura tecnologica che abbiamo analizzato. In un recente lavoro Pablo Sendra e Richard Sennett (2020) delineano un discorso sulla progettazione a prima vista distantissimo dalle considerazioni fatte, tuttavia alcuni termini tradiscono la possibilità di un terreno comune. I due autori intendono, infatti, progettare sistemi aperti che ammettano conflitto e dissonanza, superare i concetti di equilibrio e interazione tra sistemi concedendo grande importanza a meccanismi di feedback nel dialogo con la comunità. È agevole riscontrare in questi termini la curvatura dei discorsi cibernetici che abbiamo analizzato.

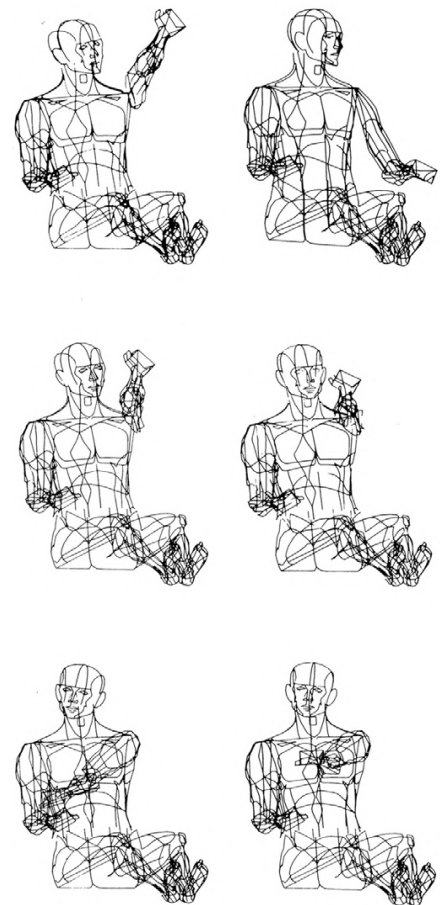
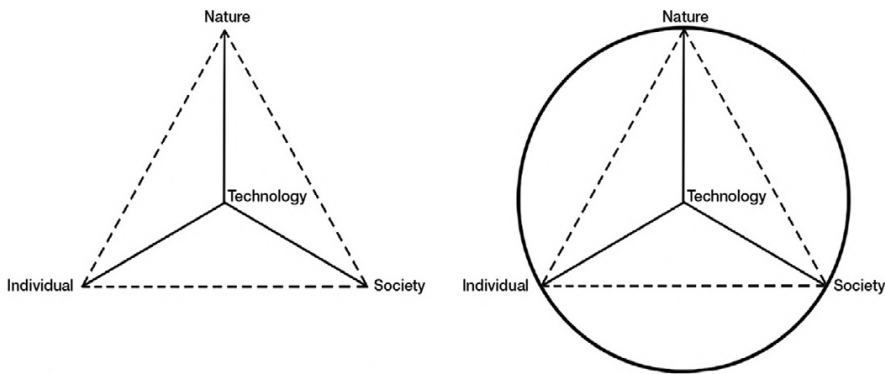


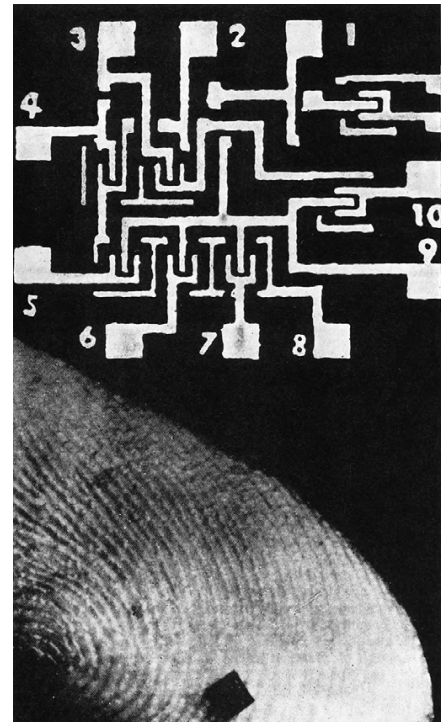
Fig. 3 | Ergonomics studies made with Computer-Aided Design (source: Foti et alii, 1969).



The Nature-Individual-Society-Technology system can be divided into six bipolar subsystems that facilitate systemic functions and the ecological engineering is able to integratively control the entire system through the relations between the functions defined within the six bipolar subsystems. (Ciribini, 1971)

Fig. 4 | The Nature/Person/Society/Technology system by Ciribini, edited by the authors (source: Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, 1971).

Fig. 5 | 'Transistors and integrated circuits': the first integrated circuits, invented in the late 1950s, were marketed in 1961, starting the era of personal computers (source: Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, 1971).



Non è un caso, allora, che il tema forte di questa prospettiva progettuale siano i margini, i confini: «We must intervene on the margins, on the places where various isolated places meet, where there is the potential for interaction between these urban areas and the people who lives in Richard [Sennett], in analogy with natural ecosystems explains this process of intervention on the margins as a turning closed 'boundaries', which are limits with no interaction between the two sides, into permeable 'borders', which are full of exchange» (Sendra and Sennett, 2020, p. 77). Questi limiti attivi sono i confini tra sistemi, tra macchine per come le abbiamo definite. Progettare spazi, infrastrutture, architetture per questi luoghi significa mediare tra i differenti, creare le condizioni di possibilità per dischiudere l'energia urbana potenziale negli attriti (Fig. 12) assumendosi anche il rischio del fallimento e della rottura.

Quindi progettare il disordine significa, in primo luogo, riconoscere l'alterità delle intelligenze che innervano il contesto urbano e avere una visione positiva dei conflitti non distruttivi che possono crearsi tra esse. Da queste premesse discende un design dello spazio fisico e digitale capace di tracciare margini in grado di favorire un contatto produttivo tra le differenze e non percorsi di relazione predeterminati, immuni da qualunque interpretabilità e possibilità di fraintendimento. Con le parole di Sennett «Rather than a lockstep march toward achieving a single end, we should look at the different and conflicting possibilities which each stage of the design process might entail. Keeping these possibilities intact, leaving conflictual elements in play, opens up the design systems» (Sendra and Sennett, 2020, p. 34).

Questo lavoro sui margini è la traduzione progettuale del design di interfacce per la risonanza visto nella cibernetica di secondo ordine: il progettista, allora, deve tracciare insieme di sistemi,

mediando tra le energie contrastanti e spesso contraddittorie e costruendo membrane capaci di massimizzarle. Progettare il disordine potrebbe essere la strada per riconciliare le istanze di coordinazione del pensiero cibernetico con la poiesi, le differenze e il localismo che emergono nella relazione contemporanea tra abitante ed architettura, tra cittadino e città. Una riconciliazione da pensare in un contesto economico, ambientale, sociale ed epistemologico mutato rispetto a quello degli anni Settanta e che quindi deve ridiscutere profondamente le variabili e i modelli di sinergia. Tuttavia è necessario mantenere la lucidità predittiva e la capacità di sintesi di modelli operativi che hanno contraddistinto quelle esperienze: qualità date da una metabolizzazione consapevole e critica dell'innovazione tecnologica. Un approccio necessario nel contesto neocibernetico digitale contraddistinto da una ridondanza informativa e bisogno dunque di una rinnovata cultura tecnologica capace di indirizzarne i processi.

Un esempio su cui questo tipo di logica potrebbe trovare la sua applicazione riguarda l'implementazione di intelligenze artificiali in ambito urbano (Cugurullo, 2021b; Tab. 1). Strumenti che si basano su sistemi AI come le auto a guida autonoma, i robots e software agents con varie applicazioni rappresenteranno certamente una sfida decisiva per l'architettura e per l'urbanistica (Cugurullo, 2021b). Tuttavia l'applicazione delle Intelligenze Artificiali Urbane (UAI) ha già ricevuto critiche che ne contestano la poca presa in considerazione dei contesti e l'essenza riduzionista (Bratton, 2021; Lynch and Del Casino Jr, 2020). Sono già riscontrabili casi in cui l'inserimento di strumenti che utilizzano sistemi di AI in ambito urbano, come robots o auto a guida autonoma, ha posto problemi rilevanti riguardo alla composizione sociotecnica degli ambienti.

Si pensi ad esempio al caso di San Francisco, luogo simbolo della rivoluzione digitale, in cui dal 2017 è stata proibita l'implementazione di street robots per la consegna di cibo e bevande. Questa integrazione artificiale dello spazio è fallita proprio per il fatto di non riuscire a dialogare produttivamente con i margini della propria azione tecnica: la conformazione fisica dei marciapiedi, non troppo ampi, e l'importanza della walkability per la cittadinanza (While, Marvin and Kovacic, 2021). Casi come questo stanno facendo emergere la necessità di un ruolo costruttivo per le scienze sociali sia nel design della tecnologia sia nella sua implementazione (Cohen et alii, 2020) e di un processo volto a favorire la capacità della tecnologia di dialogare con l'ambiente non tecnologico in cui è inserita.

Tuttavia una delle sfide più interessanti in futuro riguarda i City Brains. Questa tecnologia, progettata da Alibaba nel 2016 per la gestione del traffico ad Hangzhou (Fig. 13, 14), consiste nell'implementazione di una AI all'interno di una piattaforma digitale urbana (Caprotti and Liu, 2020). Questo 'cervello', acquisendo dati da sensori disseminati per la città, è in grado di armonizzare i flussi e le interazioni tra agenti urbani (Fig. 15). L'interesse per questa tecnologia risiede nella sua capacità di essere applicata a diverse situazioni urbane, caratteristica, questa, che fa prefigurare la possibilità di sfruttarne le capacità previsionali e decisionali nel campo della pianificazione e della gestione urbana (Cugurullo, 2021a). La prospettiva, tecnologicamente possibile, è quella di una gestione unificata e artificiale della realtà urbana (Cugurullo, 2021b), il ritorno del sogno cibernetico di primo ordine a cui abbiamo fatto riferimento. In questo scenario, nei termini di Ciribini, sarà decisivo declinare la relazione tra questo futuro possibile e i nostri futuri voluti, tra le capacità predittive della tecnologia e la capacità progettuale ed etica di informare l'innovazione tecnologica.

L'implementazione di una differente declinazione del paradigma cibernetico e la prospettiva del progetto del disordine possono rappresentare elementi importanti per una visione che non si rassegna a ridurre la realtà urbana a mera fonte di dati gestita artificialmente, ma che ambisca, invece, a un inserimento dei 'cervelli' urbani artificiali all'interno dell'articolata geografia di intelligenze, di margini e di relazioni che costituiscono l'ecosistema urbano. Il carattere sperimentale e non ancora sedimentato di questa applicazione della AI, specialmente in occidente, aumenta l'interesse per la comprensione del contesto teorico attraverso il quale differenti società dovranno fare i conti con le sue applicazioni.

L'orizzonte di cultura tecnologica per il progetto che qui si è delineato – attraverso un recupero della prospettiva sistemica ciribiniana, un differente approccio alla cibernetica e un'attenzione alla prospettiva del progetto del disordine – vuole contribuire alla riflessione che appronterà gli strumenti teorici e concettuali per implementare questo tipo di tecnologie. La relazione instaurata da Ciribini e altri tra tecnologia ed etica, declinata in un differente contesto tecnologico e sviluppata tramite le innovazioni teoriche descritte, resta una fonte a cui attingere in questa nuova sfida. Il caso di Milton Keynes, seppur lontano nel tempo, deve ricordarci come l'innovazione deve porsi al servizio delle istanze spesso non perfettamente armonizzabili dei modi di abitare e vivere propri degli umani e delle esigenze delle altre intelligenze, vegetali e animali ad esempio, mantenendo sempre aperte le possibilità di cambiamento: devono essere in prospettiva le molteplici logiche della città a influenzare la linearità e l'efficienza di strumenti tecnologici come ad esempio City Brains e non il contrario. L'attenzione alla storia progettuale apre delle tracce per raccogliere questa sfida e se attualizzata potrebbe rivelarsi, ancora una volta, un prezioso strumento di orientamento per immaginare il futuro.

Looking to the past with the purpose of understanding some future dynamics, the Italian context of the late 1970s and early 1980s seems very similar to the current situation regarding the atmosphere and ambitious expectations. As today by the term 'innovability'^{©1} we intend the urgency of creating a strategic bond between ecology and digital technology, it is important to clarify a difference between this meaning and the model prevailing in the aforementioned years. In those years, strategic complementarity was certainly sought, however, it did so by emphasising the relationship between academia and industry regarding the development of efficient design, production and management models and the education of new professionals. Giuseppe Ciribini (cit. in Turchini, 2013, p. 155), a pioneer of Architectural Technology, translated this need into the necessity of educating technical intellectuals: experts capable of bringing culture and theoretical understanding into the world of production and, at the same time,

able to integrate the intellectual and critical dimension with the achievement of concrete technical objectives.

These ways of thinking were an effective answer to some of the complex challenges of society at the time: «[...] world which was experiencing a deep transformation, starting to acknowledge the scarcity of resources and the must for finding solutions even before understanding the causes of those phenomena» (Antonini, 2013, p. 44). This response progressively contributed to improving the connection between technology, design and environment, obtaining the models we know and use today and paving the road to management skills and a new sensibility. Some of the most eminent experts in this field – in the fair competition of ideas – have distinguished themselves with some applications of the above-mentioned principles and their ability to shape new and open visions of the future using design as a definition and experimentation tool for new industrialisation models. These dynamics stood at the service of a new frontier of national innovation capable of connecting new information technologies, cybernetics, philosophy, semiotics and ergonomics.

In books such as *La Sfida Elettronica* (Foti et alii, 1969; Fig. 1) and especially *Un Pianeta da Abitare* (Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, 1971; Fig. 2) the analysis stands out for its modernity and brilliance. In fact, the technological context was interpreted in an actual interdisciplinary way through studies capable of bringing into dialogue advanced technological knowledge in the field of building technology with specific cultural backgrounds in order to frame new drivers for innovation. In the first book, the

authors discuss the rise of computer use in architecture and the new opportunities connected to this innovation (Fig. 3).

By reading these considerations today, they seem predictive of practices and realities that have become, in the following decades, a common ground for designers and scholars. Moreover, these considerations are surprising for their ability to be strongly contemporary for their lucid analysis of potential application problems and implicit risks related to the use of technology. In the second book, specifically, in the first section entitled *Il Boomerang Tecnologico*, the predictive abilities of the working group clearly emerge. An ability that would be useful even nowadays to map out research directions that can forecast the implications of technological development in the coming decades. The book was a manifesto of a holistic vision of the future in which technology design and industry could engage in a dialogue. Moreover, it outlined the basis of the sustainability concept in building technology paving the way for environmental design by introducing, in the detailed disciplinary evolutionary framework, technological subjects.

In *Una Nuova Tecnologia per l'Ambiente Costruito*, Ciribini (1971) laid the theoretical bases of this vision, outlining a cybernetic approach capable of translating the technological culture of his time into the language of design, without being overwhelmed by it. In the second work, *Gestione della Tecnologia*, Baglioni Moretti, Baracchi, Bazzanella, Foti, Pasquali and Zaffagnini highlight the potentials and problems generated by self-referential or profit-driven technological innovation that does not consider social, environmental and ethical issues. This text provides a clear analysis of the

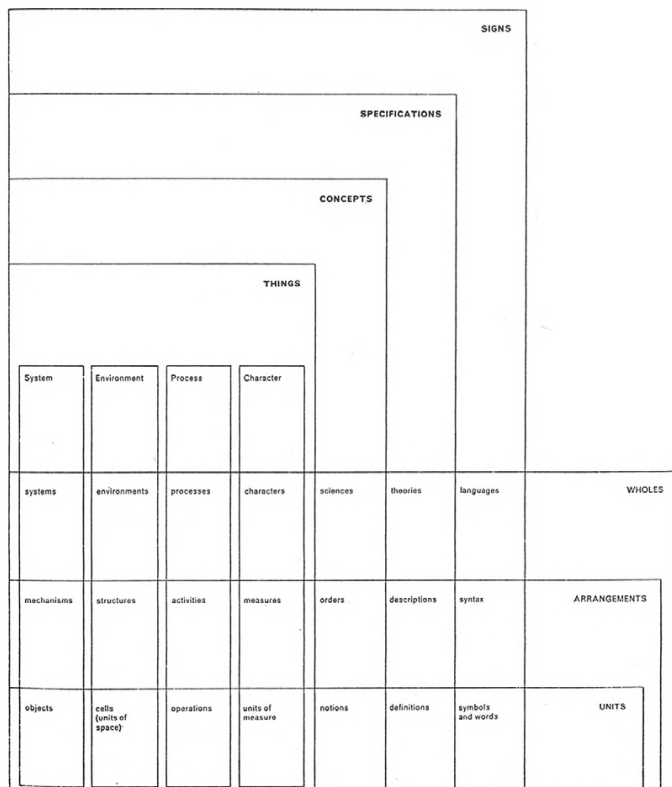


Fig. 6 | 'Connections between signs, specifications, concepts and objects, image taken by (source: Martin, 1971).

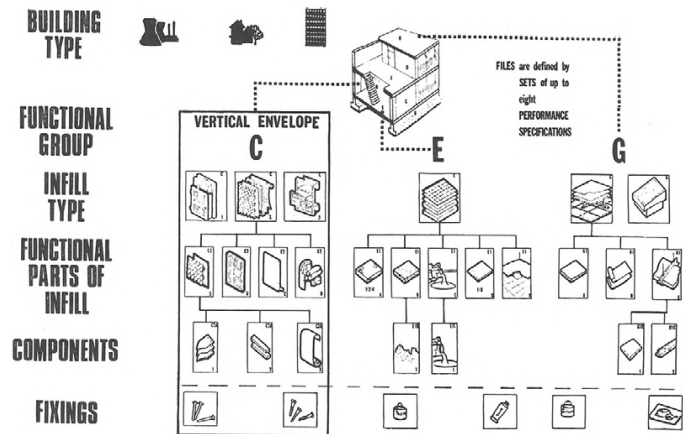
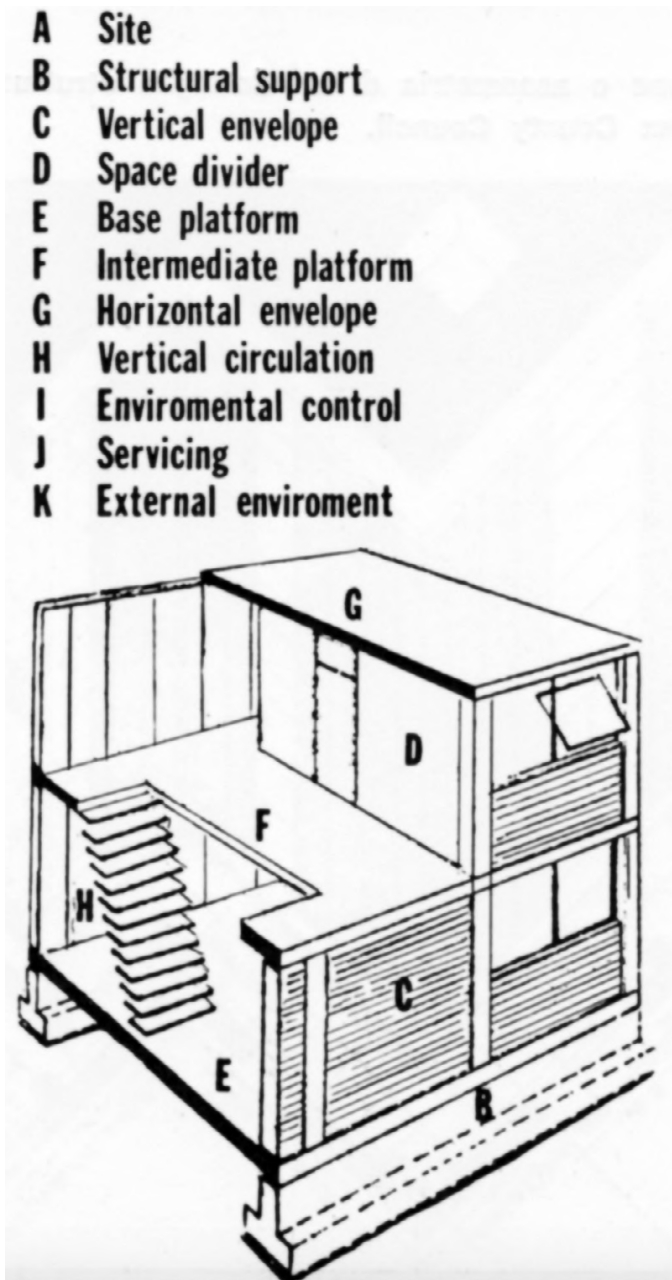


Fig. 7, 8 | Innovative experiences in the use of computers to design and construction management carried out by West Sussex County Architect's Department together with the Department of Building Science of the University of Liverpool (UK) in the late 1960s: 'Classifications of components into functional groups'; 'Sub-classification of components according to performance specifications', an approach anticipating the contemporary Building Information Modeling – BIM (source: Foti et alii, 1969).

Next page

Fig. 9 | The predominant use of technology-based approaches in the relations with citizens in the 1970s is well demonstrated by these English illustrations of that period (source: Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, 1971).

Fig. 10 | The main problematic aspects of the Smart City paradigm described in literature from the beginning of the 2000s until the present day are both criticisms and indications of possible future research directions for the application of digital technologies in urban areas (credit: the Authors, 2022).

situation together with a pragmatic analysis of the risks of this type of technological progress. Risks that involved both humans and the environment (Baglioni Moretti et alii, 1971, pp. 59-61). In fact, it is through this work that Ciribini's systemic approach is deployed through the shaping of methodological supports for design focused both on human needs and on the abilities (currently called skills) of a new generation of technicians (Fig. 4).

Based on this premise, this paper analyses the connection between the cybernetic model and design, comparing the perspective of the mentioned working group with the ideas of the philosopher Gilbert Simondon. This comparison – based on theoretical comparison and case studies – will outline both a connection between philosophy and design, and the space left in it for the ethical, and not merely technical, dimension of the pro-

ject. Then, some contemporary uses of the cybernetic paradigm in the field of urban and architectural design will be analysed, highlighting its limits and opportunities. Finally, a relationship between an alternative interpretation of cybernetics and a specific contemporary design approach will be described. A connection aimed at contributing to the contemporary debate on the theoretical framework through which to deploy digital technology in the built environment.

A new model of reality | As mentioned before, it was mainly Ciribini, among the others, to codify a theoretical perspective in which technology is considered a necessary, but not sufficient, element of design innovation. Indeed, Ciribini identified through the concept of alienation the incompatibility between technology, environment and

society to which we have already referred. He borrows Simondon's philosophical reflections from 1958 (Simondon, 2021) and thus intends alienation as the lack of 'intelligence of the technical object' of the actors involved in technical processes – workers, capitalists and specialised technicians (Ciribini, 1971, p. 15). There is an asymmetry between the level of technological development and the ability of the actors involved in it to engage with it. This asymmetry inhibits the acquisition of that 'intelligence of the technical object' to which Ciribini is referring to. This interpretation connecting Simondon and Ciribini is based on their mutual understanding of technology as a process inherent to human praxis, a story that from the instrument and the tool comes to the machine.

The issue then becomes creating a synchronised connection with the new machine age (Fig.

5). This new age is represented by the second industrial revolution described by Norbert Wiener in 1965 and characterised by the possibility of replacing mechanically certain operations traditionally attributed to the human brain (Wiener, 1968). These new machines communicate with their environment through sensors and regulate their goal-directed behaviour through feedback mechanisms. The concepts of system, information and environment become the components of a new interpretation of reality. Ciribini (1971, p. 29) considered cybernetics, in its technological context, as a systemic and structural philosophy capable of providing a new scientific model. He understood that information was likely to be the raw material of future societies, and systems theory could be the rationale for it. The systems theory, hence, becomes the model to establish a dialogue between nature, humans and society employing technology (Ciribini, 1971, p. 18). Cybernetics becomes both the paradigm through which we interpret reality and the system of assumptions and rules that guides our rational agency (Ciribini, 1971, p. 35; Hammoudi, 2021).

A Technological Culture for the Project and a Project for a Technological Culture | The relationship between this technological culture and non-technological elements implies at least two risks: firstly, reducing all problems to technological issues; secondly, the uncertain relationship between human action and thought and the computational power and effectiveness of machines.

Simondon is still a role model. In fact, according to the philosopher, it is necessary to beware of the all-encompassing claim of cybernetics, which seems capable of substituting the human capacity for judgement by technologically arranging the ability to orient means to ends, that is, goal-directed behaviour. Ciribini (1971, p. 19) also understood this danger. This author, in fact, gave technology a key role in the transformations of the human-nature system but contested its mythical and all-encompassing conception.

The awareness of these risks is addressed through philosophical analysis and design proposals by Ciribini and Simondon. The philosopher considered the specific finality automatable through feedback processes as the most inferior, most primitive aspect of finality if finality becomes an object of technics, then there is something beyond finality in ethics (Simondon, 2021). The partial automation of finality reveals a superior ethical aspect. A level in which humans are among the machines as meaning-giver. Actors capable of setting and understanding problems, hence irreducible to the machine. According to Simondon (2021) for the machine, there are no problems, only data that modulate the transducers; to solve a problem is to be able to step over it, to be capable of recasting the forms that are given within the problem and in which it consists.

Ciribini employed this theoretical framework in his considerations regarding the relationship between technological and non-technological aspects of design. The author distinguished two different types of finalities. The first is intentional, it concerns interpersonal interactions and the relationship between humans and nature and is therefore not technologically manageable. The second, on the contrary, concerns the harmonisation of

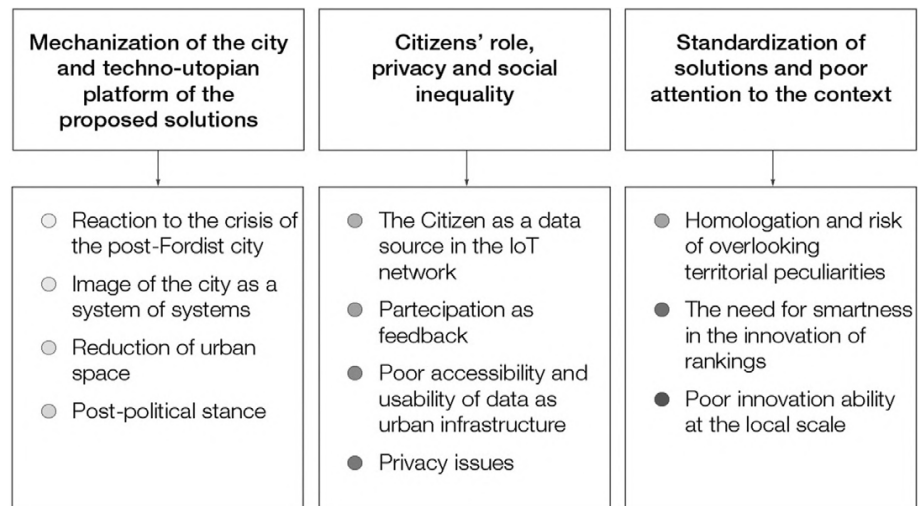
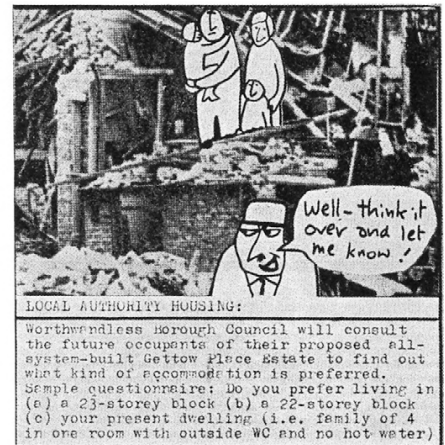
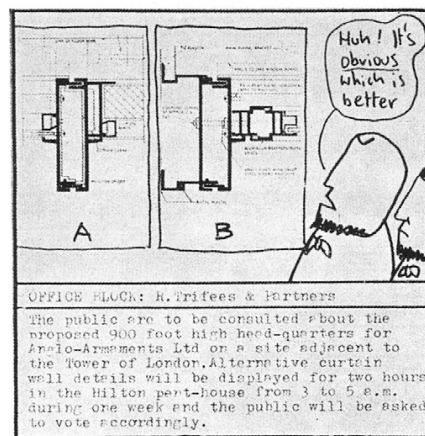
means to ends and the shaping of operational connections and is therefore technologically manageable (Ciribini, 1971, p. 19). Ciribini also distinguished between possible and desired futures through analogous rationale. The first ones concern the prediction of future technical conditions based on the state of technology at a certain time. The second ones, on the other hand, are modes of anticipation founded on predictive models shaped on the basis of desirable values. These values become vectors capable of completely reshaping the reticulum of facts in which we operate by projecting a new potential structure that must be able to combine the given technical conditions and the desire for social and environmental change expressed in a specific context (Ciribini, 1971, p. 20).

These words reveal an original adaptation of Simondon's critical logic in which humans own a meta-technical capability to frame the problem to be solved. A capability that, by consciously assuming a model, organises the network of relevant facts and connections for a specific operation (Fig. 6). Hence, the technological and human dimensions are not in opposition but in a necessary relationship. This relationship characterises a design logic aware of the motivations and needs that define a specific context. These intentional, non-technologically determinable aspects must first be translated into qualitative assertions and

then into quantitative criteria capable of determining the performance specifications of a technological entity (Ciribini, 1971, pp. 43, 44; Figg. 7, 8). These technological elements must always be situated in a context already marked by certain conditions. The technological component will have as input the aforementioned conditions and objectives (purposes, goals or aims) and as output an intentional transformation of the trajectory of the natural evolution of the context (Ciribini 1971, p. 36). On the bases of these considerations, it is possible to claim that Ciribini certainly considered cybernetics as a model of analysis, prediction and action, yet in his approach, the ethical dimension we described never loses importance.

These considerations on the technological culture of design are not enough to characterise the context in which these theories evolved and came to maturity in the 1980s. Certainly, Ciribini's essay *Tecnologia e Progetto – Argomenti di Cultura Tecnologica* (1984) spreads the new systematic approach in the schools of architecture. However other works also effectively address the same subject by broadening its application to the emerging industrial processes in housing.

It is the case of *Progettare nel Processo Edilizio – La Realtà come Scenario per l'Edilizia Residenziale* (Zaffagnini, 1981) in which an extremely articulated interpretation of the 'new rules of the



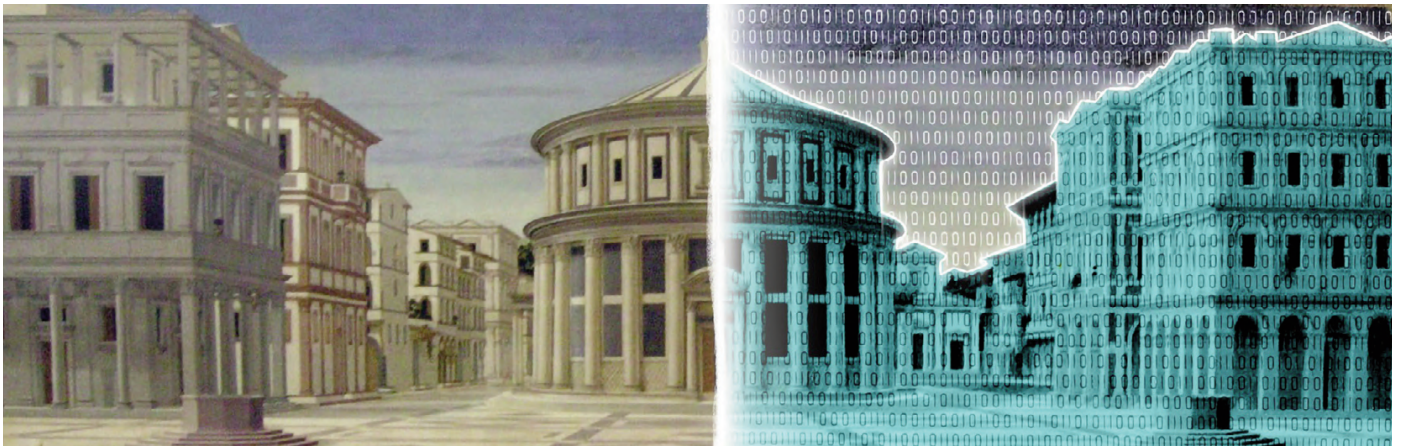


Fig. 11 | Ideal-digital city (credit: E. Zaffagnini, 2020).

Fig. 12 | An example of outskirts regeneration in the eastern suburbs of Nice, France: the regeneration of the Paillon riverbanks envisaged its reorganization, with protected cycling roads and a 'FreeTness' area, with free open-air fitness equipment for the citizens of the district (credit: T. Zaffagnini, 2021).

game' for building was proposed. Rules coming from a systemic vision can also interact with the prefabrication industry (although not exclusively with it). A perspective based on innovative need-performance approaches (useful to the designer, but mostly to the final quality control of the project and the built environment), on new methodologies of typological design strictly linked to modular coordination (for the industry) and finally on the new composition of family units (for suitable design and appropriate housing sizing). In this milieu, the experimental project of the English New Towns, and in particular of Milton Keynes (1970), represented a benchmark and an inspiration model, or at least an example of best practice, for the new design logic shared by many of the scholars mentioned above.

The Plan for Milton Keynes was a tangible example of a systemic approach to urban design, but it was not just this. The project was also a sensitive tool able to translate social and economic analyses into design practice, moreover, it originated refined and meticulous research on the quality of the intended occupancy to design versatile settlement typological solutions. This research and design have been carried out by trying to forecast the effects of often underestimated aspects: evolution

and involution of the number of family members and the possible effects of cultural transformations on the development of urban fabric.

Moreover, this approach was extremely responsive to ethical and environmental aspects. These ecosystemic aspects were understood as decisive factors in achieving long-lasting urban quality. Milton Keynes was certainly a model for typological experimentation programs and for establishing protocols for dynamic verification of the relationship between inhabitants and the built environment; it also was a significant example of the introduction of validation protocols concerning housing flexibility levels established in the design phase. These aspects were highlighted in an essay entitled *Nuovi Modelli Abitativi – L'Attualità della Sperimentazione* (Giallocosta, Zaffagnini and Zannoni, 1983). The concurrence between theoretical considerations and examples like this attests a need, grasped at the time, to integrate design with ethical and environmental perspectives. An approach capable of using the most innovative tools to intersect the technological possibilities of design with its intentional components.

Cybernetic knowledge and new paradigms in design | After many years and in a mature stage

of the digital revolution, there is a need to find design solutions that can transform technological innovation into social development (Floridi, 2020). The progress of digital technology has interrogated the disciplines of design in several ways: promoting computational epistemology and aesthetics (Carpo, 2017); modifying design processes by unlocking new possibilities for responsive relationships between built environment and context (Ratti and Claudel, 2017). In this historical development – which through modifications and evolutions leads from information theory and cybernetics to computational thinking and artificial intelligence – cybernetics has always been relevant (Sweeting, 2019; Picon and Hill, 2019; Hammoudi, 2021).

Obviously, the contemporary debate on the relationship between cybernetics and design is situated in a new technological background. This is characterized by the exponential increase in computational power combined with the decreasing dimension of devices, the ability to produce extremely articulated and effective AI systems, and the new data collection and sharing possibilities opened up by the IoT (Floridi, 2014). These developments have certainly fostered experiences of 'collaborative design' and interdisciplinary thinking; however, they have also highlighted the risk of technologically deterministic and self-referential approaches (Giallocosta, 2011). Current considerations on cybernetics in architecture and urban planning can be defined as neo-cybernetics not for structural or theoretical modification, but because of its implementation in a changed technological background. This approach seems divided into two opposite positions: on the one hand, cybernetics as a science of control capable of harmonizing technology, nature and society; on the other hand, cybernetics as a theoretical justification for a society of ubiquitous control and preservation of the status quo (Contingent Collective, 2021).

The critical perspective on cybernetics is strongly present in urban studies, especially in the theoretical work on the Smart City paradigm. Cybernetics is considered one of the main conceptual sources of smartness (Townsend, 2014; Picon and Hill, 2019; Hnilica, 2019). The influence of this source emerges in the conception of the city as a system of informational flows and in conceiving the possibility of autonomous, technical and objective regulation of the urban system. The

application of this specific technological culture to urban planning has received strong criticisms: the impossibility of understanding urban complexity only by data, the difficulty of conceiving the city as a homogeneous whole endowed with overall efficiency, a passive and coercive conception of citizenship (Fig. 9). This predominance of a technocentric approach intended as a solutionism also in social and environmental contexts is explicitly defined by Antoine Picon (2015) as 'neocybernetic temptation' (Fig. 10).

In a specular way, cybernetics is also interpreted as a common ground wherein to optimize the integration of environment and design: «The new ecology incorporates the traditional feedback mechanisms of natural systems – from plant growth to insect migration – but moreover, it harnesses the power of the digital world to extend them into the Anthropocene. Ecosystems only function when every element is responsive to the rest, and digital sensors, actuators, and artificial intelligence can contribute to achieving that objective» (Ratti and Belleri, 2021, p. 18). This new cyber ecology seems to pave the way for an integrated design of technology and nature by the implementation of sensors and AI systems and capable of disrupting innovation in design and urban planning.

However, in both perspectives, cybernetics is considered as a logic of the whole, as a meta-language capable of harmonizing differences. In the former perspective, this harmonization is interpreted as a reductionist imposition, while in the latter as the possibility of a synergic relationship between the parts. In this situation, it seems necessary to understand that cybernetics, like all forms of knowledge, has changed historically and not only in relation to technological development but also as a result of internal epistemological crises. The difference between first-order cybernetics (based on adaptive behaviours, negative feedback and system stability) and second-order cybernetics (based on autopoiesis and the impossibility of having an outside observer) is pivotal.

The interpretations we have considered seem to refer more to first-order cybernetics as a framework capable of harmonizing differences (both between humans and nature and between the parts of the city) within a broader comprehensive logic. However, this is «[...] a narrow use of cybernetics – a pragmatic, therapeutic use – to mobilize it as the

art of gubernatio/navigatio of complex systems, as the coordination and steering of the parts in accordance to the whole, and as the homoeotechnical frame of an enlightened ecotaking» (Fabbris, 2021b, p. 46). The ideal is a residue-free knowledge capable of refunctionalising all negative externalities, a harmonized computation capable of rescuing the Spaceship Earth conceived by Buckminster Fuller (Fabbris, 2021b; Fig. 11).

A serious consideration of second-order cybernetics should be insurance from this holism, which can be either utopian or dystopian depending on the point of view. In this perspective, each system must be considered as an operational difference that does not communicate with other systems following a part/whole structure, but in a continuous emergence of system/environment polarities capable of mutually connecting or not connecting (Fabbris, 2021a). When this resonance persists over time it results in a compound that in turn operates as a system and can relate to others. «No conductor composes these voices, no kubernetes can conduct, guide and harmonise them» (Fabbris, 2021b, p. 49).

In this approach, the design moves out of the perspective of totality – it abandons cybernetics as full synergy or ubiquitous control – and steps into the challenging perspective of mediation that is intended as the design of interfaces between systems capable of functional, situated, and contextualized pairings. In this 'craft' practice, in this holism made of difference and mediation, designers can regain their role among machines (neither above nor under) suggested by Simondon and Ciribini. This is possible if by the term 'machine', following Ashby's interpretation (1971), we intend a mode of behaviour, a structure that is modular with others through the design of interfaces capable of using the energies of different operational closures (Fabbris, 2021b).

Conclusions | This different approach to cybernetics can enter into dialogue with some design perspectives that are quite critical of the technological culture we have been discussing. In a recent book, Pablo Sendra and Richard Sennett (2020) outlined a design perspective at first glance very different from the ideas analysed in this paper. However, some concepts suggest possible common ground. In fact, the two authors thought

of an open system design capable of acknowledging conflict and dissonance by going beyond the concepts of balance and interaction with a major emphasis on feedback systems to foster dialogue with communities. It is quite easy to see in these terms a similarity with the cybernetic approach outlined here.

In fact, the central subjects of this design perspective are the margins and borders: «We must intervene on the margins, on the places where various isolated places meet, where there is the potential for interaction between these urban areas and the people who live in Richard [Sennett], in analogy with natural ecosystems explains this process of intervention on the margins as a turning closed 'boundaries', which are limits with no interaction between the two sides, into permeable 'borders', which are full of exchange» (Sendra and Sennett, 2020, p. 77). These active limits are the borders between systems, and between machines as we have defined them. Designing spaces, infrastructure and architecture for these places means mediating between the differences, shaping the enabling conditions to release the potential energy in the frictions (Fig. 12) while also taking the risk of failure and rupture.

Therefore, designing disorder primarily means recognizing the otherness of the forms of intelligence that inhabit the urban space and having a positive view of the non-destructive conflicts between them. From these premises derives a design of physical and digital space capable of tracing margins that encourage productive interactions between differences and not predetermined paths free from interpretability and misunderstanding. As declared by Sennett «Rather than a lock-step march toward achieving a single end, we should look at the different and conflicting possibilities which each stage of the design process might entail. Keeping these possibilities intact, leaving conflictual elements in play, opens up the design systems» (Sendra and Sennett, 2020, p. 34).

This craft on borders is the design interpretation of interface shaping that has been analysed concerning second-order cybernetics: hence, the designer has to draw sets of systems by mediating between conflicting and often contradictory energies. He needs to shape membranes capable of maximizing these energies. Designing disorder could be the way to reconcile the instances of coordination

Levels	Name	Operational Capability	AI Types/Quality	Development status or applications
4	Artificial Super Intelligence	AI replicates the multi-faceted intelligence of human beings and becomes exceedingly better at everything it does	Super Artificial Intelligence	Only hypothetical concept at this stage
3	Artificial General Intelligence	All agents can learn, perceive, understand and perform functions completely like human beings	Mindful AI	A concept that is in progress at the moment
2	Artificial Narrow Intelligence	Represents all of the existing AIs today	Independent AI	Chatbots, virtual assistants, self-driving vehicles, etc.
1	Reactive Machines	Represents all of the existing AIs today	Reactive Machines	IBM's Deep Blue, etc.

Tab. 1 | The various levels of artificial intelligence that have currently been realized and theorised. The urban use of these tools will have to face both the already-known typologies and the perspectives that this research field is generating (credit: the Authors, based on Yigitcanlar and Cugurullo, 2020).

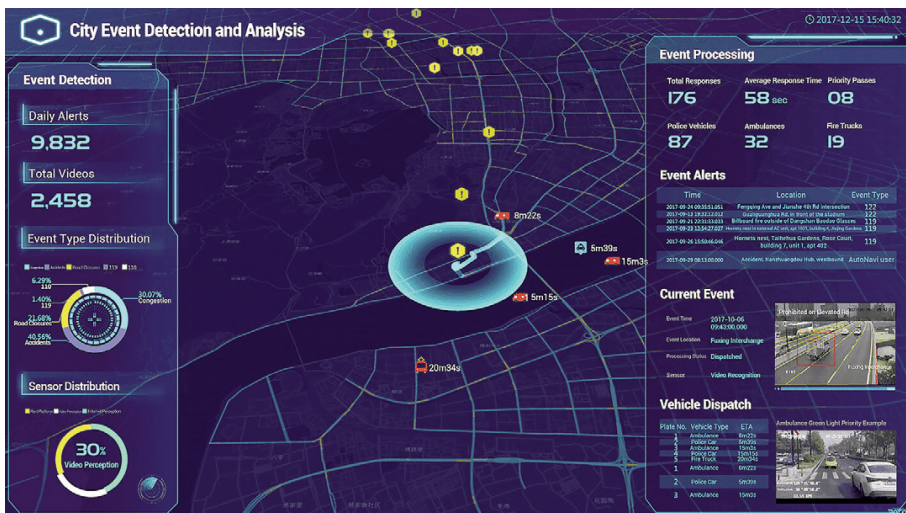


Fig. 13 | Visualization of traffic flows in Hangzhou through Alibaba's city brain technology: the system analyses real-time data and coordinates about a thousand traffic signals to prevent traffic jams (source: edition.cnn.com; credit: VCG/VCG via Getty Images).

Fig. 14 | City brain technology showcase in Hangzhou in 2019: the exhibition is designed to make stakeholders involved with the functioning and achievable outcomes through this system (source: exh.hktdc.com).

Fig. 15 | City brain dashboard with detailed descriptions of urban events recorded by the myriad sensors scattered around the city. The data can cover a variety of event categories (e.g., traffic flows, weather conditions, presence of certain types of vehicles) and the analysis can then benefit from an articulated interpretive framework; the detection provides both an interactive graphical visualization and a list of information that contributes to city detection (source: wired.co.uk; credit: ALIBABA).

inherent in cybernetics and the craftsmanship of connecting differences. A manner of putting design in dialogue with the particular needs and localism emerging in the contemporary relationship between inhabitant and architecture, between citizen and city. This reconciliation has to be framed in an economic, environmental, social, and epistemic context mutated since the 1970s and has to deeply reconsider variables and synergy models. However, it is necessary to maintain the anticipatory vision and capacity for synthesis that had distinguished those experiences. These qualities were provided by a critical understanding of technological innovation. An approach much needed in the contemporary digital neo-cybernetic scenario distinguished by information redundancy and in seeking a new technological culture capable of directing processes.

The logic described in this paper can be useful in the ongoing debate on applications of artificial intelligence (AI) in urban contexts (Cugurullo, 2021b; Tab. 1). Autonomous vehicles, robots, software agents, and other AI-based devices are posing a decisive challenge to architecture and urbanism (Cugurullo 2021b). However, the implementation of Urban Artificial Intelligence (UAI) has already received criticism for its weak capacity for dialogue with contexts and a reductionist approach (Bratton, 2021; Lynch and Del Casino Jr, 2020). There are already some cases in which the implementation of urban AI-based systems, such as robots or autonomous vehicles, has generated serious issues in the socio-technical texture of urban spaces.

In San Francisco – an iconic city in the digital revolution – street robots have been banned for food and beverage delivery since 2017. This digital integration of space has failed because of its inability to engage productively with the margins of its technological action: the narrow space of sidewalks and the relevance of walkability for inhabitants (While, Kovacic, and Marvin 2021). These kinds of examples highlight the necessity of a constitutive role for social sciences in both the design and implementation of technology (Cohen and aili, 2020), a role that can foster the ability to meaningfully integrate technology into the urban fabric.

In this light, one of the most fascinating challenges concerns City Brains. A technology designed by Alibaba in 2016 to manage traffic in Hangzhou (Fig. 13, 14) by embedding an AI within a specific urban digital platform (Caprotti and Liu 2020). This "brain", acquires data from sensors spread across the city and can harmonize flows generated among urban actors (Fig. 15). The interest in this technology concerns its applicability in different urban domains. This flexibility foreshadows the possibility of using its predictive and decision-making skills in urban planning and management (Cugurullo 2021a). It would become technologically conceivable to have artificial and unified management of urban reality (Cugurullo, 2021b). A sparkling new version of the first-order cybernetic dream we referred to. In this perspective, retrieving Ciribini's ideas, it will be crucial to understand the relationship between this possible future and our desired ones. It will be pivotal to understand the relationship between these predictive skills of technology and the ethical and design capacity of designers and communities.

The alternative approach to the cybernetic paradigm sketched before and designing disorder are interesting elements regarding the discus-

sion of a different vision of cities and therefore for a different implementation of these technologies; a vision that does not reduce the city to an artificially managed data source but contributes to the inclusion of these 'artificial brains' within the articulated geography of the forms of intelligence that inhabit urban areas.

The aim is to start to work on the boundaries and contacts between different forms of intelligence made even more interesting by the fact that city brains technology is still in transition, especially in the West. It will be interesting to under-

stand how different societies will implement these kinds of technologies in the future. This paper has outlined a contribution to the discussion on a new technological culture for design. The retrieval of some of Simondon's and Ciribini's ideas, the discussion of the cybernetic approach and the perspective of designing disorder are elements that point in this direction. The case study of Milton Keynes even if distant in time should remind us that innovation must always dialogue with contexts made up of non-harmonizable instances, ways of living, relationships between forms of in-

telligence and tendency to change. In the future, it needs to be the multitude of logics of the city that influence technological tools such as City Brains and not only vice versa. The history of design provides insights that it is possible to update to address the challenges opened up by the relationship between technological innovation and technological culture.

Acknowledgements

The paper is the result of a joint reflection by the Authors.

Note

1) Innovability® is a registered trademark by Enel S.p.A. – All rights reserved to Enel S.p.A.

References

- Antonini, E. (2013), "La memoria del futuro – Tavola rotonda su Giuseppe Ciribini | Memory of the future – Round table discussion about Giuseppe Ciribini", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 6, pp. 43-47. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techné-13454 [Accessed 13 October 2022].
- Ashby, W. R. (1971), *Introduzione alla cibernetica*, Giulio Einaudi Editore, Torino.
- Baglioni Moretti, A., Baracchi, P., Bazzanella, L., Foti, M., Pasquali, E. and Zaffagnini, M. (1971), "La gestione della tecnologia", in Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (eds), *Un pianeta da abitare – Requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Bologna, pp. 55-146.
- Bratton, B. (2021), "AI urbanism – A design framework for governance, program, and platform cognition", in *AI & Society*, vol. 36, pp. 1307-1312. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s00146-020-01121-9 [Accessed 13 October 2022].
- Caprotti, F. and Liu, D. (2020), "Platform Urbanism and the Chinese smart city – The co-production and territorialisation of Hangzhou City Brain", in *GeoJournal*, vol. 87, pp. 1559-1573. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s10708-020-10320-2 [Accessed 13 October 2022].
- Carpo, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design Beyond Intelligence*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Ciribini, G. (1971), "Una nuova tecnologia per l'ambiente costruito", in Ente autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (eds), *Un pianeta da abitare – Requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Ente Fiere di Bologna, Bologna, pp. 13-54.
- Ciribini, G. (1984), *Tecnologia e progetto – Argomenti di cultura tecnologica*, CELID, Torino.
- Cohen, T., Stilgoe, J., Stares, S., Akyelken, N., Cavoli, C., Day, J., Dickinson, J., Fors, V., Hopkins, D., Lyons, G., Marres, N., Newman, J., Reardon, L., Sipe, N., Tennant, C., Wadud, Z. and Wigley, E. (2020), "A constructive role for social science in the development of automated vehicles", in *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 6, article 100133, pp. 1-8. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.trip.2020.100133 [Accessed 13 October 2022].
- Contingent Collective (2021), "Environments (Out) of Control – Notes on Architecture's Cybernetics Entanglements", in *Footprint*, vol. 15, issue 1, pp. 81-99. [Online] Available at: doi.org/10.7480/footprint.15.1.4942 [Accessed 13 October 2022].
- Cugurullo, F. (2021a), "One AI to rule them all – En Chine, l'unification de la gouvernance urbaine par l'intelligence artificielle | One AI to rule them all – The Unification of Chinese Urban Governance under", in *geopolitique.eu*, September 2021. [Online] Available at: geopolitique.eu/en/articles/one-ai-to-rule-them-all-the-unification-of-chinese-urban-governance-under/ [Accessed 13 October 2022].
- Cugurullo, F. (2021b), *Frankenstein Urbanism – Eco, Smart and Autonomous Cities, Artificial Intelligence and the End of the City*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9781315652627 [Accessed 13 October 2022].
- Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (eds) (1971), *Un pianeta da abitare – Requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Ente fiere di Bologna, Bologna.
- Fabbris, L. (2021a), "Le differenze ecologiche – Sistema e ambiente tra General System Theory e Second-Order Cybernetics", in *Nóema*, vol. 12, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.13130/2239-5474/15656 [Accessed 13 October 2022].
- Fabbris, L. (2021b), "Verso un'ecologia generale – Per una cibernetica delle differenze", in *Philosophy Kitchen*, vol. 15, pp. 37-50. [Online] Available at: doi.org/10.13135/2385-1945/6214 [Accessed 13 October 2022].
- Floridi, L. (2014), *The Fourth Revolution – How the Infosphere is Reshaping Human Reality*, Oxford University Press, Oxford (UK).
- Floridi, L. (2020), *Il verde e il blu – Idee ingenue per migliorare la politica*, Raffaello Cortina, Milano.
- Foti, M., Zaffagnini, M., Ente autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (1969), *La sfida elettronica – Realtà e prospettive dell'uso del computer in architettura*, Ente Fiere di Bologna, Bologna.
- Giallocosta, G. (2011), "Tecnologia dell'Architettura e Progettazione Tecnologica | Architectural Technology and Technological Planning", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 2, pp. 24-31. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techné-9923 [Accessed 13 October 2022].
- Giallocosta, G., Zaffagnini, M. and Zannoni, G. (1983), "Nuovi modelli abitativi – L'attualità della sperimentazione", in Baglioni, A., Ente Autonomo Fiere di Bologna and Associazione Italiana Prefabbricazione per l'edilizia industrializzata (eds), *Politica edilizia e gestione del territorio – Edilizia, innovazione, crisi economica*, Ente Fiere di Bologna, Bologna, pp. 103-112.
- Hammoudi, T. (2021), "Architecture as an Information Machine", in *Footprint*, vol. 15, n. 1, pp. 111-126. [Online] Available at: doi.org/10.7480/footprint.15.1.4984 [Accessed 13 October 2022].
- Hnilica, S. (2019), *The metaphor of the city as a thinking machine – A complicated relationship and its backstory*, in Figueiredo, S. M., Krishnamurty, S. and Schroeder, T. (eds), *Architecture and the Smart City*, Routledge, London, pp. 68-85.
- Lynch, C. R. and Del Casino, V. J. Jr (2020), "Smart spaces, information processing, and the question of intelligence", in *Annals of the American Association of Geographers*, vol. 110, issue 2, pp. 382-390. [Online] Available at: doi.org/10.1080/24694452.2019.1617103 [Accessed 13 October 2022].
- Martin, B. (1971), *Standard and building*, RIBA, London.
- Picon, A. (2015), *Smart Cities – A Spatialised Intelligence*, John Wiley and Sons, UK.
- Picon, A. and Hill, T. (2019), *Is the city becoming computable?*, in Figueiredo, S. M., Krishnamurty, S. and Schroeder, T. (eds), *Architecture and the Smart City*, Routledge, London, pp. 29-43.
- Ratti, C. and Belleri, D. (2020), "Verso una cyber-ecologia | Towards a Cyber Ecology", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 8-19. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/812020 [Accessed 13 October 2022].
- Ratti, C. and Claudel, M. (2017), *La città di domani – Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*, Einaudi, Torino.
- Sendra, P. and Sennett, R. (2020), *Designing Disorder – Experiments and Disruptions in the City*, Verso, London-New York.
- Simondon, G. (2021), *Del modo di esistenza degli oggetti tecnici* [or. ed. *Du Mode d'existence des objets techniques*, 1958], Orthotes, Napoli-Salerno.
- Sweeting, B. (2019), "Why Design Cybernetics?", in Fischer, T. and Herr, C. (eds), *In Design Cybernetics*, Springer, Cham, pp. 185-194. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-18557-2_10 [Accessed 13 October 2022].
- Townsend, A. M. (2014), *Smart Cities – Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*, W. W. Norton and Company, New York.
- Turchini, G. (2013), "Giuseppe Ciribini o dell'Intellettuale tecnico", in Bosia, D. (ed.), *L'opera di Giuseppe Ciribini*, FrancoAngeli, Milano, pp. 153-155.
- While, A. H., Marvin, S. and Kovacic, M. (2021), "Urban robotic experimentation – San Francisco, Tokyo and Dubai", in *Urban Studies*, vol. 58, issue 4, pp. 769-786. [Online] Available at: doi.org/10.1177/0042098020917790 [Accessed 13 October 2022].
- Wiener, N. (1968), *La cibernetica – Controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina*, Il Saggiatore, Milano.
- Yigitcanlar, T. and Cugurullo, F. (2020), "The Sustainability of Artificial intelligence – An Urbanistic Viewpoint from the Leans of Smart and Sustainable Cities", in *Sustainability*, vol. 12, issue 20, article 8548, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su12208548 [Accessed 13 October 2022].
- Zaffagnini, M. (ed.) (1981), *Progettare nel processo edilizio – La realtà come scenario per l'edilizia residenziale*, Edizioni Luigi Parma, Bologna.