CONTENT

Cesare Sposito, Francesca Scalisi (editorial) — *Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione energetica* — 3
Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the energy transiton

Giorgio Peghin — *Verso una transizione culturale dei paesaggi energetici – Tra responsabilità e necessità* — 18
Towards a cultural transition of energy landscapes – Between responsibility and necessity

Panos Mantziaras — *La previsione strategica urbana nel contesto europeo – Le lezioni di Ginevra e Lussemburgo* — 30
Urban strategic foresight in European territories – Lessons from Geneva and Luxembourg

Alessandra Battisti, Angela Calvano — *Hydrogen Valleys – Scenari di transizione energetica e sviluppo locale per città medie* — 48
Hydrogen Valleys – Energy transition and local development scenarios for medium-sized cities

Xavier Casanovas, José A. Alonso Campanero, Tiziana Campisi — *Patrimonio culturale e transizione energetica – Una lezione dal passato* — 58
Cultural heritage and energy transition – A lesson from the past

Alessandro Valenti, Francesca Scalisi, Cesare Sposito, Laura Dellamotta, Alessandro Masserdotti — *Energia, tecnologia emotiva e valore culturale dei dati – Creare consapevolezza nell'utente con lo storytelling* — 70
Energy, emotional technology and cultural value of data – Creating user awareness through storytelling

David Ness — *La decarbonizzazione degli edifici sarà sufficiente? Limitare e ridistribuire l'aumento di superficie costruita* — 84
Will decarbonising buildings be enough? Constrain and redistribute growth in floor area

Giuseppe Marsala, Giulia Renda — *Postprodurre il moderno – Lineamenti per una transizione energetica intesa come transizione architettonica* — 98
Post-producing the modern – Guidelines for an energy development as an architectural transition

Davide Del Curto, Andrea Garzulino, Anna Turrina — *Sostenibilità e transizione energetica – Prospettive per un approccio integrato al patrimonio costruito* — 114
Sustainability and energy transition – Perspectives for an integrated approach to the built heritage

Claudia Pirina, Giovanni Comi, Vincenzo d'Abramo — *Per una transizione progettuale – Composizione e progetto del verde per la città contemporanea* — 124
For a design transition – Green composition and design for the contemporary city

Luca Montuori, Stefano Converso, Marta Rabazo Martín — *Spazi pubblici della transizione energetica – Un progetto a Nepi per il New European Bauhaus* — 138
Public spaces of the energy transition – A design in Nepi for the New European Bauhaus

Maria Azzalin — *Indicatore Smart Readiness per l'edilizia – Asset digitali per la transizione energetica* — 148
Smart Readiness for buildings – Digital asset for energy transition

Danila Longo, Beatrice Turillazzi, Rossella Roversi, Stefano Lilla, Carlo Alberto Nucci et alii — *Gemello digitale urbano e modellazione energetica – Esperienze e analisi di casi d'uso* — 160
Urban Digital Twin and Energy Modeling – Experiences and case study analyses

Andrea Boeri, Danila Longo, Saveria Olga Murielle Boulanger, Martina Massari — *Contratto di Cittadinanza Energetica e transizione delle città europee* — 170
Energy Citizenship Contract and European cities transition

Renata Valente, Louise Anna Mozingo, Roberto Bosco, Savino Giacobbe — *Gestione integrata delle risorse naturali in contesti urbani sostenibili* — 180
Integrated natural resource management in sustainable urban context

Serena Baiani, Paola Altamura, Gaia Turchetti, Giada Romano — *Transizione energetica e circolare del patrimonio industriale – Il caso dell'ex SNIA a Roma* — 190
Energy and circular transition of the industrial heritage – The Ex SNIA case in Rome

Carola Clemente, Francesco Mancini, Anna Mangiatordi, Mariangela Zagaria — *Riqualificazione e decarbonizzazione di edifici scolastici – Il CIS Roma Scuole Verdi* — 204
Deep renovation and decarbonisation of school buildings – The CIS Roma Scuole Verdi

Julia Nerantzia Tzortzi, Maria Stella Lux, Natalia Pardo Delgado — *Infrastrutture verdi urbane in America latina – Una strategia per i cortili di Bogotà* — 216
Urban Green Infrastructure in Latin America – A strategy for Bogota courtyards

Roberta Zarcone, Federica Nava, Fabrizio Tucci — *Mitigazione del clima e comfort umano – Uno strumento per la modellazione e simulazione di supporto alle decisioni* — 228
Climate mitigation and human comfort – A decision-support modeling and simulation tool

Luigi Coccia, Sara Cipolletti, Gianmarco Corvaro — *Green Room – Un dispositivo architettonico e urbano per l'efficientamento energetico e il comfort ambientale* — 238
Green Room – An architectural and urban device for energy efficiency and environmental comfort

Elisabetta Palumbo, Rosa Romano, Paola Gallo — *Strategie life cycle thinking per la realizzazione di scuole nZEB* — 252
Life cycle thinking strategies for constructing nZEB schools

Giancarlo Paganin, Cinzia Talamo, Nazly Atta, Elisa Tinelli — *Riuso di componenti edilizi – Sistema di valutazione a supporto delle decisioni negli interventi di ridistribuzione interna* — 266
Reuse of building components – Assessment system to support decisions in indoor re-layout interventions

Anna Osello, Matteo Del Giudice, Angelo Juliano Donato, Andrea Fratto — *Verso la Neutralità Climatica – Il ruolo chiave del Digital Twin nell'Industria 5.0* — 276
Towards Climate Neutrality – The key role of the Digital Twin in Industry 5.0

Davide Bruno, Stefania Palmieri, Riccardo Palomba, Felice D'Alessandro, Mario Bisson — *Infrastrutture di mobilità intelligenti e sostenibili – Un nuovo sistema di connessioni urbane* — 286
Smart and sustainable mobility infrastructure – A new system of urban connections

Davide Crippa, Barbara Di Prete, Raffaella Fagnoni, Carmelo Leonardi — *Distretti energetici collaborativi – Laboratori urbani per un'energia di prossimità* — 296
Collaborative energy districts – Urban workshops for proximity energy

Stefano Follesa, Martina Corti, Diletta Struzziero, Aurora Piluso — *Design del sistema alimentare per comunità resilienti – Agricoltura urbana e spazi sostenibili* — 306
Food system design for resilient communities – Urban agriculture and sustainable spaces

Annapaola Vacanti, Carmelo Leonardi — *Tecnologia, energia e tempo – Percorsi sperimentali per il design di tecnologie appropriate* — 316
Technology, energy, and time – Experimental paths for the design of appropriate technology

Chiara Olivastri, Giovanna Tagliasco — *Servizi per il riuso e il riparo – L'allestimento tra touchpoints e infrastrutture relazionali* — 324
Services for reuse and repair – The arrangement between touchpoints and relational infrastructures

Michele Zannoni, Laura Succini, Ludovica Rosato, Veronica Pasini — *Transitional industrial designer – La responsabilità di progettisti e imprese per una transizione sostenibile* — 332
Transitional industrial designer – The responsibility of designers and companies for a sustainable transition

Rossana Gaddi, Luciana Mastrolonardo — *Micro-reti locali per la transizione verde della filiera della lana* — 344
Local micro-networks for green transition of the wool supply chain

DEMETRA Ce.Ri.Med. Centro Documentazione e Ricerca Euro-Mediterranea

Panormitanae — Palermo University Press

ISSN print 2464-9309
ISSN online 2532-683X

AGATHÓN | INNOVABILITY | TRANSIZIONE ENERGETICA | INNOVABILITY | ENERGY TRANSITION

15

International Journal of Architecture Art and Design

15 | 2024

AGATHÓN

INNOVABILITY
TRANSIZIONE ENERGETICA

INNOVABILITY
ENERGY TRANSITION

AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design | n. 15 | 2024 | pp. 70-83
ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X | doi.org/10.19229/2464-9309/1552024

Article Info

Received 15 May 2024
Revised 17 May 2024
Accepted 20 May 2024
Published 30 June 2024

ENERGIA, TECNOLOGIA EMOTIVA E VALORE CULTURALE DEI DATI
Creare consapevolezza nell'utente con lo storytelling

ENERGY, EMOTIONAL TECHNOLOGY AND THE CULTURAL VALUE OF DATA
Creating user awareness through storytelling

Alessandro Valenti, Francesca Scalisi, Cesare Sposito
con Laura Dellamotta e Alessandro Masserdotti

Abstract

Il Design, inteso come disciplina moderna nella sua accezione più allargata è da sempre legato a doppio filo alla produzione, alla disponibilità e all'accessibilità dell'energia. Non esiste un progetto che sia frutto della creatività e dell'ingegno dell'uomo, materiale o immateriale, analogico o digitale, che non dipenda da essa; da questa atavica dipendenza bisogna uscire trovando strade alternative che ci conducano alla transizione energetica e per farlo e raggiungere l'equità sociale e ambientale c'è bisogno di accrescere il livello di consapevolezza degli esseri umani. In quest'ottica il saggio, a partire dai concetti di 'mitigazione', 'sufficienza', 'economia circolare' e 'innovability', illustra alcune sperimentazioni, dall'elevata replicabilità, condotte dallo Studio multidisciplinare Dotdotdot ricorrendo allo storytelling, alla tecnologia emotiva e al valore dei dati per generare consapevolezza negli utenti sul tema del contenimento dei consumi energetici.

Design, understood as a modern discipline in its broadest sense, has always been inextricably linked to energy production, availability and accessibility. Every project resulting from human creativity and ingenuity, whether material or immaterial, analogue or digital, depends on it; it is necessary to break free from this atavistic dependence by finding alternative paths that lead us to the energy transition. An increase in human awareness is required to accomplish this and achieve social and environmental equity. In this perspective, this paper, starting with the concepts of 'mitigation', 'sufficiency', 'circular economy' and 'innovability', illustrates a number of highly replicable experiments carried out by the multidisciplinary Dotdotdot Studio by employing storytelling, emotive technology and the value of data to generate awareness in users on the issue of energy conservation.

Keywords

consumi energetici, narrazione, allestimento, coinvolgimento degli utenti, innovability

energy consumption, storytelling, set-up, user engagement, innovability

Alessandro Valenti, Architect and PhD, is an Associate Professor of Interior Architecture at the University of Genoa (Italy). He has always been interested in new forms of living, focusing his research on the relationships between architecture, design, interiors and their hybridisation with other forms of knowledge. Email: alessandro.valenti@unige.it

Francesca Scalisi, Architect and PhD, is a Researcher at the University of Palermo (Italy). She conducts research on environmental sustainability issues, with particular emphasis on materials life cycle, ecological communication, nanostructured materials, and climate change mitigation strategies, pathways, measures and actions. Email: francesca.scalisi@unipa.it

Cesare Sposito, Architect and PhD, is an Associate Professor of Architecture Technology at University of Palermo (Italy). He is the co-Director of Agathón Magazine. His main research interests are environmental sustainability, innovative materials for architecture, nanomaterials, and energy saving of buildings. E-mail: cesare.sposito@unipa.it

Laura Dellamotta and Alessandro Masserdotti, respectively Architect and Philosopher expert in interaction design, are the co-Founders, along with Giovanna Gardi and Fabrizio Pignoloni, of Dotdotdot, a multidisciplinary Firm based in Milan (Italy) that uses design and technology to create new forms of interaction between humans and the world. The Firm has always been involved in scientific research, collaborating with private companies, public bodies, and Universities. E-mail: laura@dotdotdot.it; alessandro@dotdotdot.it

Vaclav Smil (2023) è uno dei maggiori esperti sui temi del cambiamento climatico, dell'antropizzazione e dell'energia: il docente emerito presso l'Università di Manitoba a Winnipeg (Canada) nella recente opera dal titolo Size – How to Explain the World ripercorre la storia dell'innovazione tecnologica attraverso i grandi temi della produzione alimentare, del mondo materiale, della globalizzazione e dell'ambiente, evidenziando come spesso la loro narrazione corrente individui con troppa leggerezza soluzioni ai problemi sui temi dell'energia; Luca Galofaro (2024, p. 72) evidenzia sapientemente come il testo di Smil riesca a «[…] spiegare alcuni dei fatti fondamentali che governano le nostre possibilità di sopravvivenza, per comprendere quali sono le opportunità di modificarne drasticamente, e in tempi rapidi, quelle che saranno in futuro le dinamiche produttive messe in atto per rallentare i cambiamenti climatici. L'autore non offre nessuna soluzione, ma ci consegna gli strumenti per progettare il mondo che verrà».

Il volume assume rilevanza in questa sede per le potenzialità offerte dalle nuove metodologie di progetto, con lo sguardo coscientemente rivolto al consumo di energia che ogni azione antropica inevitabilmente determina e ai conseguenti effetti collaterali sul Pianeta; al contempo Vaclav Smil evidenzia la necessità di avviare, rispetto alle fonti di approvvigionamento, processi di efficientamento e di adeguamento ad auspicabili criteri di sostenibilità per ridisegnare un nuovo paradigma uomo-energia, nella consapevolezza che storicamente è sempre esistita una proporzionalità diretta tra innovazione tecnologica e capacità del genere umano di accumulare e utilizzare energia. «[…] Da una prospettiva biofisica fondamentale, sia l'evoluzione umana nella preistoria sia il corso della storia possono essere visti come una continua ricerca di modi per controllare depositi e flussi di energia in forme sempre più concentrate e versatili, allo scopo di convertirle, in modalità sempre più convenienti, a costi più bassi e con maggior efficienza in calore, luce e movimento» (Smil, 2021, p. 2).

Oggi, col tramonto dell'era della civiltà delle fonti fossili, la trasformazione e la salvaguardia dell'energia rappresentano una delle sfide maggiori per la sopravvivenza della Terra, sempre più minacciata dal cambiamento climatico, determinato, per il 97% degli scienziati, dall'attività antropica[1], con quasi il 40% delle emissioni mondiali di gas serra derivate dalla costruzione e dalla gestione degli edifici (IEA, 2023). Per affrontare una tale crisi servono azioni, «[…] prodotti e servizi che sappiano, da un lato continuare a rispondere ai bisogni dell'umanità, e dall'altro mitigare l'effetto serra. Il vincolo del raggiungimento degli obiettivi climatici diventa una grande opportunità di generazione di attività nuove, un driver di cambiamento sostanziale nelle attività esistenti e un acceleratore dei processi di innovazione. La sostenibilità assume il ruolo di piattaforma interpretativa determinante per dare direzione ai percorsi di innovazione» (Pardo, 2023, p. 39).

Il raggiungimento degli obiettivi individuati nell'Accordo di Parigi (UN, 2015a) e ribaditi nelle successive politiche europee finalizzate alla 'carbon neutrality' entro il 2030 (European Commission, 2021a) e alla 'climate neutrality' entro il 2050 (European Commission, 2021b) ci impongono un cambio di paradigma che deve essere di impronta olistica e coinvolgere tutti gli abitanti del Pianeta, mettendo sullo stesso piano tanto il benessere dell'individuo quanto quello dell'intero ecosistema. Le politiche internazionali sono state prevalentemente orientate alla maggiore efficienza energetica dell'intero processo produttivo e delle costruzioni nella fase di esercizio; una tale visione tuttavia apre al potenziale paradosso di incentivare un modello di crescita illimitato, incompatibile con le risorse finite del nostro Pianeta e con i limiti planetari, alcuni dei quali sono stati già superati (Richardson et alii, 2023).

Mentre assistiamo all'edificazione di nuove città, quartieri o edifici promossi come ecologici, sostenibili e a impatto zero dovremmo fermarci a riflettere e con approccio critico porci, tra le tante, alcune domande: Ecologici, sostenibili e a impatto zero, da che punto di vista? Quali sono le risorse naturali e non rinnovabili impiegate? Nel calcolo delle emissioni dei gas climalteranti sono considerate solo quelle relative alla fase di esercizio o anche quelle dell'intero ciclo di vita? Sono considerati anche il carbonio e l'energia incarnati? A queste domande bisognerà dare risposte per individuare strategie, percorsi, misure e azioni da mettere in campo per una transizione, nella sua triplice e inscindibile dimensione digitale, ecologica ed energetica, capace di raggiungere sinergicamente i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (UN, 2015b).

La questione climatica, che ha un carattere emergenziale, globale e strutturale, è il tema affrontato nel presente saggio con l'obiettivo di individuare buone pratiche replicabili, definite 'soft', che possano concorrere alla mitigazione dei consumi di energia e di risorse naturali promuovendo una maggiore sensibilizzazione degli utenti e un loro coinvolgimento emotivo nell'attuale crisi attraverso un'esperienza anche ludica. Nello specifico il contributo, a partire dai concetti di mitigazione, 'sufficienza', circolarità e 'innovability' intende illustrare alcune esperienze professionali del collettivo milanese Dotdotdot evidenziandone, da un lato la coerenza con le politiche internazionali e con alcuni approcci promossi dalla letteratura scientifica, dall'altro il sapiente uso delle tecnologie per un impegno etico nell'affrontare le sfide sui cambiamenti climatici.

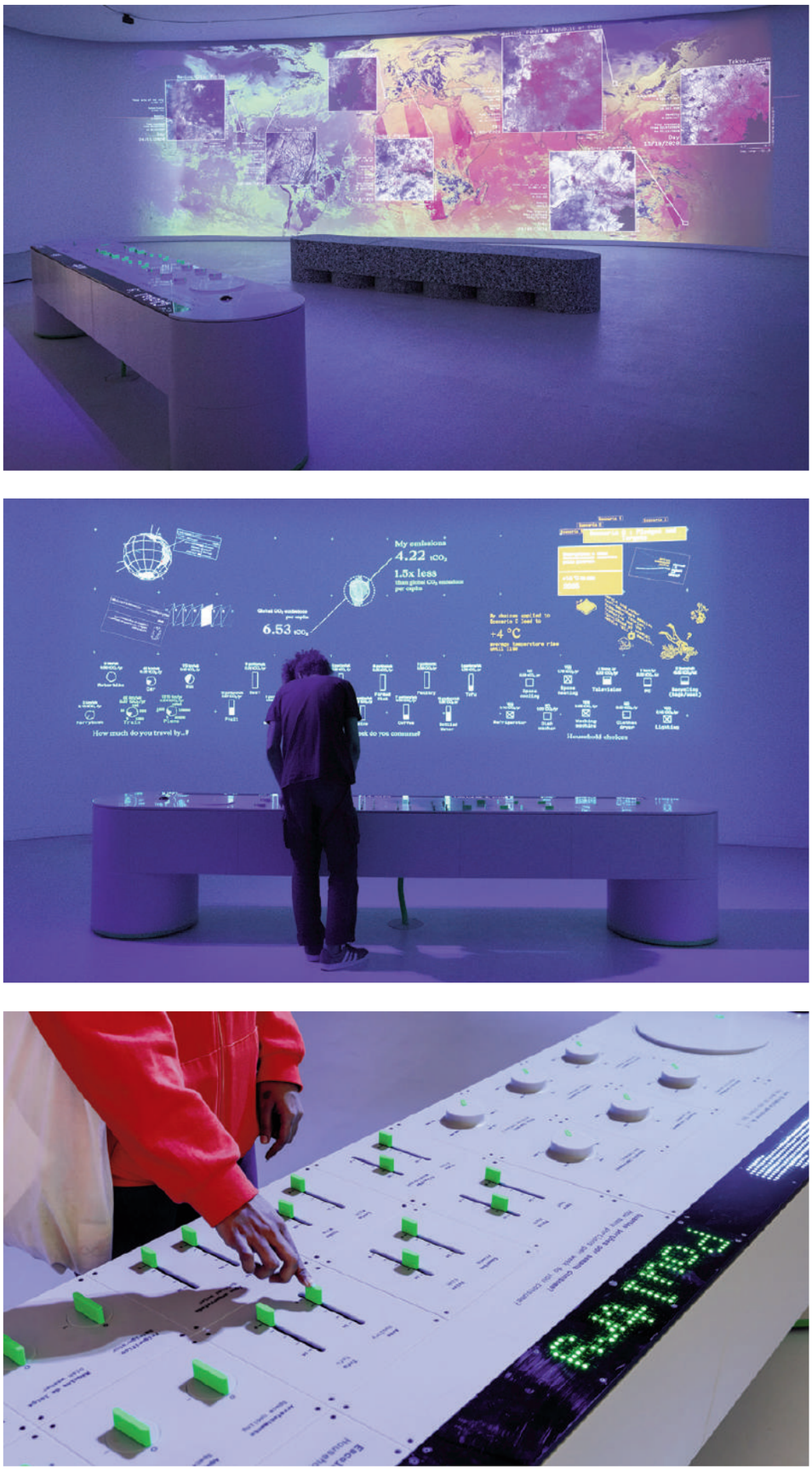
Innovability e mitigazione con nuovi modelli comportamentali e sviluppo economico basato sulla 'sufficienza' e sull'economia circolare | Il recente Report Climate Change 2023 (IPCC, 2023) conferma che i cambiamenti climatici hanno un impatto trasversale su tutte le attività umane, dalla produzione agricola alla gestione delle risorse idriche, dalla salute pubblica alla conservazione della biodiversità, nonché su tutti i processi naturali e sugli ecosistemi. Lo stesso Report individua una serie di sinergie e compromessi tra le azioni di mitigazione e gli obiettivi di sviluppo sostenibile (UN, 2015b) rivelando che, sebbene le sinergie individuate siano in numero maggiore rispetto ai compromessi, entrambi dipendono dal contesto e dalla portata delle azioni messe in campo e che i potenziali compromessi possono essere compensati o evitati anche con politiche aggiuntive, trasferimento tecnologico, formazione e comunicazione.

Il Report Climate Change 2014 – Mitigation of Climate Change (IPCC, 2014, p. 39) ha fornito una chiara definizione della mitigazione: «In the context of climate change, it is a human intervention to reduce the sources or enhance the sinks of greenhouse gases (GHGs). The impacts of mitigation consist in the reduction or elimination of some of the effects of climate change [that] may improve people's livelihood, their health, their access to food or clean water, the amenities of their lives, or the natural environment around them […] can improve human well-being through both market and non-market effects».

Altri documenti di politiche internazionali, così come in Italia il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC; MASE, 2023), individuano per la mitigazione dei cambiamenti climatici diverse strategie, percorsi, misure e azioni le ultime delle quali possono essere suddivise in due tipologie principali: le azioni di tipo A ('soft'), ovvero quelle che non richiedono interventi strutturali e materiali diretti ma che sono comunque propedeutiche alla realizzazione di questi ultimi, contribuendo alla mitigazione attraverso una maggiore conoscenza o lo sviluppo di un contesto organizzativo, istituzionale e legislativo favorevole, ma anche attraverso azioni di informazione e sensibilizzazione, sviluppo di processi organizzativi e partecipativi e governance; le azioni di tipo B ('non soft'), che hanno una componente di materialità e di intervento strutturale, comprendenti le 'green' (con soluzioni 'basate sulla natura' e utilizzo o gestione sostenibile di 'servizi' naturali, inclusi quelli ecosistemici, al fine di ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici) e le 'grey' finalizzate al miglioramento e adeguamento di impianti e infrastrutture, che possono a loro volta essere suddivise in azioni su materiali e tecnologie o su infrastrutture o reti.

Di particolare interesse appaiono le azioni 'soft' che agiscono sulla domanda di energia anche attraverso cambiamenti socio-culturali e comportamentali che, in sinergia con nuove modalità di fornitura dei servizi finali, possono potenzialmente ridurre le emissioni globali di gas serra nei settori delle costruzioni, dei trasporti e dell'agricoltura del 40-70% entro il 2050 rispetto agli scenari di base, sebbene in alcune aree geografiche del Pianeta (e in particolare quelle dei Paesi in corso di sviluppo) la domanda di energia è presumibile che aumenterà (IPCC, 2023). Le azioni 'soft' sono di particolare interesse non solo perché tendono ad essere tutte robuste, flessibili e di immediata realizzazione (MASE, 2023), ma soprattutto perché richiedono un minor impegno finanziario e hanno un carattere di urgenza, dovendo precedere le azioni 'green' e 'grey' e introdurre elementi facilitatori per creare le condizioni ottimali di governo del territorio, per una efficace pianificazione e la successiva attuazione delle azioni 'non soft'.

Le teorie economiche direttamente collegate alle azioni 'soft' – di natura 'immateriale' – in tema di mitigazione sono diverse e fanno riferimento ad esempio all'Economia della Felicità (Kahneman, 2007), alla Sharing Economy (Botsman and Rogers, 2010), alla Crescita Qualitativa (Capra and Henderson, 2020) e alla Decrescita Serena (Latouche, 2015; Raworth, 2017) e all'Economia della Sufficienza (Sachs, 2023), riconducibili tutte ai concetti di sobrietà e del senso del limite. In particolare secondo Arrobbio Osman (2023), la 'sufficienza' è nello stesso tempo un concetto, un principio, una strategia e un obiettivo raggiungibile, come dimostrato in un suo recente volume,



Figg. 1-3 | Earth Bits – Sensing the Planetary (2021) is a data-driven installation designed for MAAT in Lisbon and developed by research and interaction design studio Dotdotdot, that unveils the complexities of climate science and measures humanity's carbon footprint through graphic and digital content, animated videos and an interactive station. Developed with the scientific support of the European Space Agency (ESA), the International Energy Agency (IEA) and EDP Innovation, the project offers a vantage point from which to understand the climate crisis objectively.

facendo tesoro degli studi e delle esperienze sul tema (riduzione della domanda di energia, dematerializzazione e innovazione dei servizi) che si stanno moltiplicando con il coinvolgimento di un numero crescente di attori diversi e con effetti a scale diverse.

Il riconoscimento internazionale sul contributo che una politica improntata alla 'sufficienza' può fornire nella mitigazione dei cambiamenti climatici è da attribuire all'IPCC (2022) che la descrive come un insieme di misure e pratiche quotidiane che evitano la domanda di energia, materiali, terra e acqua, consentendo al contempo il benessere per tutti entro i confini planetari tracciati per la prima volta da Rockström et alii (2009); secondo il Report la sua attuazione è in grado di ridurre fino al 17% le emissioni di gas climalteranti senza la necessità di ricorrere a soluzioni tecnologiche spesso energivore.

Profondo sostenitore della necessità di attuare una politica basata sulla 'sufficienza', David Ness (2022, 2023) ha recentemente ribadito che per rispondere all'obiettivo di equità essa deve attuarsi su scala globale e riconoscere una distribuzione dei consumi differenziata a vantaggio dei Paesi in via di sviluppo secondo il principio del 'condividi e riduci' ('shrink and share') già promosso da Kitzes et alii (2008). Stesso principio è espresso dal Circular Buildings Toolkit di Arup ed Ellen MacArthur Foundation (n.d.) secondo il quale la migliore strategia per evitare il consumo intensivo di materiali si fonda sul 'non costruire nulla' e sul 'rifiutare la realizzazione di nuovi artefatti se non necessari'.

È opinione condivisa dalla comunità scientifica internazionale che il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e neutralità climatica fissati dall'Unione Europea rispettivamente al 2030 e al 2050 (European Commission, 2021a, 2021b) possano essere raggiunti solo attraverso la concomitanza di strategie, percorsi, misure e azioni differenti. Uno dei possibili percorsi di sviluppo sostenibile è basato sull'Economia Circolare (Ellen MacArthur Foundation, 2010), declinata nelle varianti delle '8R' (Rivalutare, Riconcettualizzare, Ristrutturare, Ridistribuire, Rilocalizzare, Ridurre, Riusare, Riciclare) o ancora nelle sei aree di azione ReSOLVE (REgenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise e Exchange; Ellen MacArthur Foundation 2015a, 2015b).

Questo modello che ripensa una crescita economica del tutto indipendente dal consumo di risorse finite non rinnovabili ha origine lontane ed è riconducibile alle teorizzazioni di Walter R. Stahel (1976) che delinea i caratteri di un'economia in 'loop' con maggiori benefici sul lavoro, sullo sviluppo economico, sul risparmio di risorse e sul controllo dei rifiuti; successivamente il modello è stato ripreso da Frosch e Gallopoulos (1989), promotori di un 'ecosistema biologico' nel quale gli scarti dei processi industriali divengono materie prime per altri processi, e infine a McDonough e Braungart (1998, 2002, 2013), secondo i quali la progettazione dovrebbe basarsi su due cicli circolari, uno tecnico e uno biologico, nei quali le risorse vengono trattenute il più a lungo possibile con una perdita minima di qualità e scarti.

Tuttavia, sebbene efficienza delle risorse e crescita circolare siano state indicate dalla New Climate Economy (NCE, 2018) e dal World Resources Institute (WRI, 2020) alla base di un program-

ma di sviluppo fondato sul principio che la 'crescita' può essere 'disaccoppiata' dai suoi impatti negativi sull'ambiente, altri studi rilevano che non è possibile raggiungere gli ambiziosi obiettivi posti da Parigi senza una drastica riduzione del consumo delle risorse naturali non rinnovabili (Hickel, 2019; EEB, 2020). Ciò è confermato anche dal recente Rapporto della European Environment Agency (EEA, 2021) secondo il quale l'auspicato 'disaccoppiamento' non sta avvenendo e potrebbe anche non essere mai realizzato: a supporto di tale affermazione soccorrono i dati secondo i quali l'Europa è tra le prime regioni al mondo per consumi e 'pressione' sull'ambiente e l'economia circolare alimenta una strategia di crescita indirizzata al consumo di risorse: durante il 2019 soltanto il 12% del materiale è stato riciclato nell'Unione Europea e nel resto del mondo la circolarità è in calo (Circle Economy, 2021).

Una possibile soluzione è prospettata dall'European Environmental Bureau (EEB, 2021) che nel documento Sufficiency and Circularity – The Two Overlooked Decarbonisation Strategies in the 'Fit for 55' Package riporta un decalogo di azioni riconducibili alle politiche di 'sufficienza' e di 'efficienza' e alle 'rinnovabili'. Nell'ottica dell'auspicata decarbonizzazione nel 2030 è quindi possibile ipotizzare che un'azione sinergica di politiche di 'sufficienza' e approcci improntati alla 'circolarità' possa produrre benefici significativi e generare una maggiore efficacia in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici: se le politiche sulla 'sufficienza' possono ridurre sensibilmente la domanda e il consumo di risorse nei Paesi industrializzati lasciando, secondo un principio di equità, a quelli in via di sviluppo la possibilità di raggiungere l'auspicato benessere, l'economia circolare è in grado di ottimizzare il valore delle risorse impiegate (ridotte già in quantità e volume dalle politiche sulla 'sufficienza') prolungandone il ciclo di vita attraverso ad esempio azioni di riuso, riciclo e up-cycling, il tutto in forza degli ormai imprescindibili requisiti di durabilità, smontabilità, riparabilità, manutenibilità, ecc.

In questo contesto entra in gioco 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', certi del fatto che esse siano inseparabili dal più generale impatto ambientale, sociale ed etico delle discipline del progetto. L'argomento è quanto mai attuale e lo testimonia la Mostra dal titolo Transform! Designing the Future of Energy, inaugurata il 23 marzo 2024 negli spazi del Vitra Design Museum a Weil am Rhein, dove si mette in scena l'energia interpretata come principale forza motrice della società, nonché come questione politica, invisibile ma onnipresente, ritenuta a torto nei secoli scorsi una risorsa inesauribile. Oggi sappiamo che non è così e che usarla in maniera sostenibile ed efficiente è cruciale per il futuro della Terra: il messaggio contenuto nell'esposizione curata da Jochen Eisenbrand è che il Design può e deve avere una parte importante nella transizione verso le energie rinnovabili, perché tutti gli edifici, le infrastrutture e i prodotti legati alla generazione, alla distribuzione e all'utilizzo dell'energia sono progettati dall'uomo.

Diventa imprescindibile dunque capire che tipo di trasformazione, in questi ambiti, può attuare il Design: dai prodotti di uso quotidiano che utilizzano fonti rinnovabili alla progettazione di case solari e centrali eoliche, dai sistemi di mobilità intelligente alle visioni futuristiche di città autosufficienti. Le domande da porsi sono diverse: quali sono i criteri per progettare in maniera innovativa e sostenibile? Come può il Design incentivare il processo di decarbonizzazione? Come possono l'industria, le politiche governative e ciascuno di noi gettare le basi per un futuro che non minacci la salute del Pianeta (Kries and Eisenbrand, 2024)?

A questi interrogativi la disciplina del Design è chiamata a rispondere coerentemente con quanti pensano che possa effettivamente catalizzare cambiamenti radicali su più livelli e a diversi ordini di grandezza. Secondo Alice Rawsthorn e Paola Antonelli (2022) bisogna confidare nella visionarietà dei designer e degli architetti, che con le loro invenzioni e le loro opere di ingegno ci infondono speranze per il futuro; a ben guardare lo hanno sempre fatto, attraverso progetti apripista che hanno spostato in avanti i confini disciplinari. Per le due curatrici, autrici del volume Design Emergency, è importante che il Design, ricorrendo all'intelligenza collettiva, rivesta questo ruolo in tutte le epoche, soprattutto oggi alla luce delle tante emergenze che sono sotto gli occhi di tutti, tra cui spiccano, saldamente intrecciate tra loro, la crisi climatica e quella energetica.

Non molto distante è la visione di Timothy Morton (2010, p. 211) secondo il quale «L'ideologia dell'emergenza afferma che non abbiamo bisogno di assumerci responsabilità per le buone decisioni, dal momento che esse accadranno in modo 'naturale'. Ma per contrastare l'inquinamento, lo stravolgimento climatico e le radiazioni, dobbiamo pensare e agire in grande, il che significa pensare e agire collettivamente. Questo richiede input coscienti. Dovremo scegliere di agire e pensare insieme». Altrettanto importante è mappare, documentare e divulgare l'attività di quelle menti creative la cui abilità nel proporre soluzioni innovative rappresenta la conferma di quanto il Design possa essere uno strumento indispensabile per affrontare le principali sfide del nostro tempo e trarre vantaggio dai progressi della scienza e della tecnologia.

Dotdotdot: un approccio olistico alle transizioni | In questo scenario, alla ricerca di esempi significativi dichiaratamente in prima linea per promuovere cambiamenti positivi, si inserisce come caso di studio il lavoro compiuto negli ultimi 20 anni da Dotdotdot, collettivo multidisciplinare milanese il cui statement è 'We design innovative human experiences'. Fondato da Laura Dellamotta (architetto), Giovanna Gardi (architetto), Alessandro Masserdotti (interaction designer) e Fabrizio Pignoloni (designer), lo Studio conta oggi un Team di oltre 30 persone con profili eterogenei tra cui sviluppatori, ingegneri, sound designer, esperti di storytelling e di design strategico. Per definire il loro impegno nel mondo del progetto ricordiamo le parole di Alice Rawsthorn (2018), tratte dal volume Design is an Attitude, in cui parla di una nuova generazione di designer che utilizza gli strumenti digitali per perseguire i propri obiettivi sociali, politici ed ecologici, operando in modo indipendente e ridefinendo la disciplina con istinto e ingegno.

Interessato all'integrazione tra architettura, design, installazioni, tecnologie digitali e nuovi media e al modo in cui viviamo il presente e progettiamo il nostro avvenire, Dotdotdot utilizza dal 2004 l'innovazione intesa nel suo senso più ampio per creare modalità nuove e uniche di interazione tra gli esseri umani e il mondo. Il suo percorso, unico nel panorama italiano in quanto pioniere dell'interaction design, si sviluppa in maniera dinamica sperimentando progetti all'avanguardia che rappresentano altrettante forme di documentazione, informazione, azione e comunicazione coinvolgendo comunità e persone.

Nel corso degli anni lo Studio ha consolidato competenza ed esperienza nello sviluppo di strategie digitali e nella progettazione di sistemi digitali integrati e personalizzati per aziende, musei, archivi storici, ambienti lavorativi, strutture sanitarie e, più in generale, finalizzati allo smart living. Nel 2014 ha fondato OpenDot, un Fab Lab che è, anche e soprattutto, un hub di ricerca nato dall'esigenza di dare vita a uno spazio, aperto e condiviso, dedicato alla prototipazione rapida e alla sperimentazione tecnologica, punto di incontro tra nuove competenze e saperi tradizionali.

Secondo Dotdotdot per parlare di transizione energetica, e farlo in maniera consapevole, bisogna superare un concetto finora dominante, quello dello Human-centred Design, spostando l'attenzione sulla totalità dell'ambiente che ci circonda, cambiando il modo di agire a partire da una progettazione partecipata che si concentri sui bisogni delle persone all'interno di un contesto con cui è urgente confrontarsi al fine di comprenderne la complessità e valorizzarne la multidimensionalità. Questa riflessione, alla base della politica e della filosofia dello Studio, condivisa con committenti e stakeholder coinvolti a monte dei singoli processi creativi, è il punto di partenza per comprendere, attraverso un mix equilibrato di teoria e pratica (una pratica in continuo divenire basata sull'apprendimento permanente), come innovare profondamente la vita delle persone, i servizi e tutto quello che sta intorno all'uomo, nel rispetto dell'equilibrio generale dell'ecosistema.

L'appello, esplicitato attraverso i progetti firmati dal collettivo milanese, che altro non sono che continui accadimenti caratterizzati da un forte legame con lo spazio in cui avvengono, è chiaro. Nulla all'interno del contesto di progetto può oggi essere trascurato: è necessario avere uno sguardo attento verso ogni ambito della progettazione al fine di trovare un equilibrio tra tecnologia e politiche, individui e ambiente, assicurandosi che l'innovazione risponda alle esigenze reali, includa più scenari, promuova forme di ricerca allargata ad altri campi e, infine, tenga conto dell'importanza di processi innescabili all'interno di un'economia circolare e dell'ecosistema.

L'approccio al progetto è quindi di impronta olistica: non un atteggiamento puramente 'problem solving' rispetto a una specifica richiesta della committenza, quanto piuttosto uno sguardo ampio e cosciente alle diverse scale di una realtà scandagliata attraverso competenze eterogenee capaci di strutturare il progetto in tutte le sue sfaccettature, interpretandone e traducendone i diversi linguaggi. Centrale nell'approccio è la parola 'innovazione', che per Alessandro Masserdotti ha gradi differenti: quando si tratta della cosiddetta innovazione di frontiera, difficilmente questa, soprat-

Figg. 4, 5 | The installation Earth Bits – Sensing the Planetary (2021) emphasises the need to act now, implying that taking care of our Planet is a pressing issue. The narrative unfolds in four multimedia sections: Power Rings; 24 Hours – The Ecology and Energy of our Flux; The CO_2 Mixer; and Planet Calls – Imagining Climate Change.

tutto all'inizio, si rivela perfettamente compatibile con l'ambiente. Ne è un esempio il Large Hadron Collider (LHC) del CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), l'acceleratore di particelle più grande al mondo che si trova in un tunnel sotterraneo a 100 metri di profondità nella zona di confine fra Francia e Svizzera vicino a Ginevra (Mandraccio, 2020): quando è attivo consuma 200 megawatt ora di corrente, ovvero il fabbisogno energetico di una città di 300.000 abitanti: difficile dire che sia sostenibile. Detto questo, più che limitarsi a considerare l'impatto attuale di una struttura del genere, sarebbe importante capirne la ragione d'essere, inserendola in una visione a lungo termine.

Per Dotdotdot si tratta di un aspetto cruciale: soprattutto quando ci si occupa di innovazione tecnologica e digitale capita spesso di impattare dal punto di vista energetico nelle prime fasi di una nuova sperimentazione: esempio nel settore della salute è il lavoro di manifattura digitale compiuto dallo Studio con le stampanti 3D per i tutori posturali: esempio nel settore della salute è il lavoro di ricerca e manifattura digitale compiuto dallo studio (con OpenDot) con le stampanti 3D per i tutori posturali per i bambini del Centro TOG di Milano che si occupa della cura di bambini con neuropatologie complesse. Prima di arrivare a uno strumento sostenibile e utile, coinvolgendo medici, terapisti, infermieri, maker, designer, caregiver e pazienti, è stata lavorata una notevole quantità di materiale diventata rifiuto. Il risultato finale, però, è stata una soluzione più confortevole, lavabile, replicabile: per la realizzazione dei tutori si è sostituito il tradizionale gesso (pesante, esteticamente poco gradevole e non lavabile) con il PLA, una bioplastica di origine naturale (compostabile al 100%) che garantisce ottimi requisiti d'uso. È una faccenda di pesi: bisogna, insomma, trovare l'equilibrio tra costi e benefici, intervenendo sui diversi gradi di innovazione. .

Cosa significa? Che se all'inizio di ogni processo sperimentale l'impatto energetico a livello progettuale può essere rilevante e non trascurabile, nella fase successiva, quella riferibile al trasferimento tecnologico, può e deve ridursi notevolmente. Tornando al CERN di Ginevra, è ipotizzabile che la ricerca, per quanto adesso l'impianto sia dispendioso in termini energetici, porti nel futuro a sviluppare maggiore controllo e consapevolezza sull'utilizzo degli atomi: prima o poi si realizzerà il famoso calcolatore quantistico che, tendenzialmente, avrà una capacità di calcolo enne volte superiore, a parità di consumo, a quella di un computer tradizionale.

Il confronto definisce i confini, o se vogliamo i limiti, del termine 'innovability', soprattutto quando i livelli di sperimentazione e di avanguardia sono molto alti, il che non significa abbandonare un approccio planet-centred, ma essere coscienti del fatto che l'equazione innovazione uguale sostenibilità sia spesso, in un primo momento, inattuabile e che sia fondamentale assicurarsi, visualizzando l'intero ciclo di vita, che l'iniziale maggior richiesta di energia porti a una sensibile riduzione di consumi nel medio e lungo periodo.

Non è tutto. C'è un ulteriore aspetto che va preso in esame quando si coniugano innovazione e sostenibilità: la prima ha a che fare con il nuovo che avanza, che spesso è dirompente; la seconda con la redazione di norme, che si tramutano in leggi e prescrizioni. Nella visione di Dotdotdot l'innovazione non è mai a norma poiché non deriva (e non può derivare) da una prassi consolidata e normalizzata, semmai è l'opposto: interviene per promuovere un cambiamento di quelle norme e prescrizioni che con il tempo diventano inattuali, per creare nuovi standard più aderenti alle istanze del progresso: il progetto, in questa situazione, diventa il trait d'union tra i diversi fattori in gioco, aggiornando e trasformando i processi mediante azioni che sono delle vere e proprie dichiarazioni d'intenti.

È l'eterna dialettica tra dinamismo e stasi: l'innovazione spesso contravviene le regole ma con la consapevolezza di compiere un gesto politico che va nella giusta direzione. Nel caso di specie l'attenzione per il Pianeta, in una prospettiva allocentrica, è rivolta ad ambiti diversi e in continua evoluzione (tecnologia, società, comunicazione, ambiente, ecc.), tutti interessati alle transizioni ecologica, digitale ed energetica che sono inevitabilmente collegate. «[…] In questo secondo decennio del nuovo secolo, sta diventando sempre più evidente che i problemi cruciali del nostro tempo – energia, ambiente, cambiamento climatico, sicurezza alimentare, sicurezza finanziaria – non possono essere studiati e capiti in modo separato, in quanto sono problemi sistemici, e ciò significa che sono interconnessi e interdipendenti» (Capra and Henderson, 2020, p. 17).

All'interno di questa visione allargata, nella quale l'innovazione è una priorità intellettuale e la sostenibilità è una necessità politica, etica e sociale, si muove la ricerca di Dotdotdot, supportata da strumenti materiali e immateriali, interscalari e interdisciplinari, finalizzata al perseguimento di un progresso condiviso nel quale la tecnologia non è mai il fine ultimo, ma piuttosto uno strumento versatile e sfaccettato che apre scenari sorprendenti, e dove i dati rappresentano una forma di conoscenza che ha un enorme valore.

Tornando alla questione della transizione energetica non è casuale il fatto che, negli ultimi anni, lo Studio si sia spesso confrontato professionalmente con il tema dell'energia, interpretato e raccontato da diversi punti di vista ragionando su quanto la trasformazione antropica del Pianeta rappresenti un'azione energivora di cui avere contezza. E non è un caso che si siano presentate opportunità progettuali poiché Alessandro Masserdotti ritiene che le commesse ricevute da aziende come Enel, Eni ed Edison siano dovute al riconoscimento della filosofia etica e politica di Dotdotdot sui temi della sostenibilità e dell'innovazione, quest'ultima centrale in tutti i progetti dello Studio e apprezzata da aziende che hanno come obiettivo un'innovazione di secondo livello, e non di frontiera, imprescindibile dalle istanze della 'innovability'.

Dotdotdot: storytelling e consapevolezza per la transizione energetica | Earth Bits – Sensing the Planetary al Museum of Art, Architecture and Technology di Lisbona (2021), la Mostra immersiva di Enel Green Power di Trezzo sull'Adda (2019)

e l'ENI Circular Future Kit, ideato come OpenDot (2019) ben esemplificano i concetti di 'innovability' e di 'transizione' in quanto interazioni veicolate dalla tecnologia nelle quali il Design comunica idee, stimola l'immaginazione e ridisegna i comportamenti. I tre progetti sono esperienze da vivere in una dimensione temporanea, nonché esempi di come il Design possa sviluppare nuove narrative, visualizzare il futuro delle energie alternative, ipotizzare approcci multipli al problema con diverse scale di ragionamento: secondo Dotdotdot sono forme di dialogo tra due mondi, quello tecnico-scientifico e quello progettuale-divulgativo.

Earth Bits – Sensing the Planetary, l'installazione immersiva per il MAAT (Figg. 1-5) fortemente voluta dall'allora Executive Director Beatrice Leanza[2], ha come focus il cambiamento climatico, affrontato da un punto di vista narrativo attraverso quattro installazioni multimediali, con strumenti comunicativi adeguati e la giusta sensibilità per coinvolgere il visitatore in un percorso capace di stimolare il pensiero critico e produrre conoscenza attraverso il confronto tra scienza, cultura e società. Il racconto è incentrato sulla tecnologia emotiva, con un atteggiamento quasi agnostico per raggiungere il maggior pubblico possibile grazie a una visione oggettiva del problema. La tecnologia, lungi dall'essere uno strumento di dominio, diventa un'estensione della capacità umana per comprendere e conservare il nostro Pianeta: il fine non è assumere una posizione morale, ma far parlare i dati, raccontando i fatti e aumentando la consapevolezza delle persone attraverso l'evidenza e la quantità delle informazioni trasmesse, tradotte e fornite ai visitatori in modo accessibile attraverso la multimedialità.

Secondo Laura Dellamotta rendere i dati comprensibili a un elevato numero di persone consente di generare input con ricadute a livello sociale. Per Dotdotdot i dati hanno un valore culturale, consapevoli che viviamo in un'epoca nella quale essi vengono prodotti incessantemente, rappresentando da una parte il nuovo petrolio[3] (Arthur, 2013), dall'altra una nuova forma di conoscenza: «[…] si può dire che fu Keplero il primo ricercatore a fare una scoperta scientifica data-driven a partire da dati raccolti dall'astronomo Tycho Brahe sulla posizione dei pianeti. Ma se al tempo di Keplero il problema era dare un senso ai dati, ancora umanamente gestibili, oggi essendo troppi e troppo complessi, i dati tornano ad essere oscuri e distanti se non vengono rielaborati e 'digeriti' prima di essere messi a disposizione delle persone» (Dotdotdot, 2021).

Earth Bits – Sensing the Planetary va oltre la semplice messa in scena di un messaggio. Partendo dai dati il collettivo milanese ha strutturato uno storytelling per trasferirli all'interno di un viaggio nel quale diventano materia emozionale e didattica. Il percorso si sviluppa in un crescendo che parte dalla presa di coscienza della crisi ambientale, attraversa l'impatto delle nostre scelte sul Pianeta come cittadini e come consumatori e si conclude con un salto di prospettiva su un piano cosmologico che offre una visione globale contemplativa dell'impoverimento della Terra per mano dell'uomo.

Con l'espediente dell'allontanamento del punto di vista la Mostra visualizza in successione il significato delle piccole azioni di tutti i giorni – sollevando domande ad esempio su quanto impatta a livello energetico mandare un'email, entrare in una call su Zoom o navigare sui social) per poi considerare, a prescindere dai comportamenti dei singoli, l'incidenza del contesto in cui si vive, del Paese in cui si abita che magari ha più linee di metropolitana, aeroporti, treni ad alta velocità, illuminazione a giorno durante la notte. L'ultima metafora utilizzata è il racconto dei primi astronauti che guardano la Terra dallo Spazio come un unico grande mondo: un modo per dire che bisogna trovare una soluzione a livello globale.

Fondamentale, per la riuscita del progetto, è stato il coinvolgimento di Enti che hanno fornito i dati: l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), attraverso le informazioni raccolte dal programma Copernicus, il più grosso dataset open source al mondo che monitora la Terra e il suo ambiente a beneficio di tutti i cittadini europei; l'International Energy Agency (IEA), che gestisce un sistema di informazione e di studio delle dinamiche energetiche a livello internazionale, coinvolto per la quantificazione del carbon footprint; EDP (Energias De Portugal), leader mondiale nel settore dell'energia e della transizione energetica che ha messo a disposizione i dati relativi al monitoraggio del consumo di corrente elettrica locale.

Vale la pena soffermarsi sulla rilevanza del progetto Copernicus, i cui dati e immagini, che sono un valido strumento per ricercatori e studiosi impegnati nella salvaguardia ambientale (Magliocco and Canepa, 2022), hanno popolato il grande wallpaper digitale in mostra sottolineando la complessità della relazione tra innovazione e sostenibilità, affidata in questo caso a sei satelliti (sentinel) dall'elevato costo, probabilmente anche in termini di impatto energetico, che hanno il compito di controllare costantemente lo stato di salute del Pianeta.

Come nel citato caso del CERN sembra che Copernicus presenti un'apparente contraddizione: consumare grandi quantità di energia per monitorare la Terra attraverso una raccolta massiccia e diffusa di open data, dei quali non si può più fare a meno in quanto forniscono informazioni accurate e tempestive (12 terabyte di dati al giorno) utili a tutelarla. La metafora, però, ben rappresenta la tensione insita nel termine' innovability' e apre a una riflessione interessante: rispetto al passato il XXI secolo ha visto significativi miglioramenti nell'efficienza energetica, nonché una maggiore disponibilità e accessibilità a tecnologie a basso consumo di energia e rinnovabili.

Tuttavia questi progressi sono controbilanciati da una domanda globale di energia il cui costante aumento è dovuto soprattutto alla proliferazione di dispositivi elettronici e digitali: da una parte è dunque impossibile non riconoscere i miglioramenti apportati da un uso più intelligente dell'energia, dall'altra bisogna ammettere che molte delle innovazioni sono il frutto di processi produttivi dipendenti da fonti energetiche del XIX secolo e da pratiche estrattive dannose (Rossi, 2024).

Il ricorso a una nuova sensibilità verso simili tematiche si ritrova nella Mostra di Dotdotdot per Enel Green Power (Figg. 6-12), sviluppata all'interno di una centrale idroelettrica storica: l'impianto Taccani di Trezzo sull'Adda è divenuto la 'casa' di cinque avatar ipertecnologici utilizzati per raccontare, in maniera ludica ma scientifica, le energie pulite, core business del gruppo Enel dedicato al settore delle rinnovabili.

Per il progetto, primo step dell'operazione Centrali Interattive, i Dotdotdot hanno ideato, lungo un percorso pensato per tappe come fosse un gioco, modulare e replicabile, una serie di 'personaggi', vicini al mondo del fumetto, utili a dare presenza e anima a una grandezza intangibile e astratta come quella dell'energia, puntando sul coinvolgimento dei visitatori, con lo sguardo rivolto ai più giovani, studenti delle Scuole medie e superiori. I cinque personaggi sono la personificazione delle fonti di energia pulite e rinnovabili (idroelettrica, geotermica, eolica, marina e solare) affidata alle sembianze e alle voci di Idro, Gaia, Levante, Marina e Mariasole, protagonisti di un allestimento che mette il visitatore al centro di un'esperienza memorabile nella quale la centrale diviene un luogo di formazione e intrattenimento.

La Mostra permanente è allestita nel capolavoro industriale di Gaetano Moretti, dove passato, presente e futuro si intrecciano nella narrazione: alternatori e turbine convivono con infografiche, light box, pannelli lenticolari, monitor e proiezioni che informano e divertono. Ancora una volta, al centro del progetto, c'è uno storytelling che, raccontando come le energie che consumiamo vengono di fatto create, conduce a un gioco finale.

L'obiettivo è fornire consapevolezza sui processi di produzione, ma anche sulle modalità di impiego e/o spreco, offrendo informazioni complesse restituite in maniera comprensibile, aiutando a capire, ad esempio, che l'energia è già dentro di noi: allo scopo il Kinect rileva il movimento delle persone e traduce il moto dei visitatori in un feedback visivo che quantifica l'energia prodotta. Non mancano gli aspetti storici, visualizzati attraverso la timeline delle scoperte tecnologiche, riviste in chiave interattiva, e un video animato a 360 gradi che spiega il funzionamento di tutte le fonti di energia.

A guidare i visitatori, che entrano in relazione diretta con gli alter ego digitali grazie a un apposito sistema di riconoscimento vocale che li attiva, è l'empatia. L'intelligenza artificiale che sta dietro agli avatar può rispondere in maniera più o meno semplificata a seconda che i visitatori siano scolaresche oppure adulti, utilizzando voci di attori e non quelle digitali e spersonalizzate dei più diffusi assistenti vocali.

Il terzo progetto selezionato, ENI Circular Future Kit (Figg.13-15), è stato ideato per spiegare l'economia circolare alle nuove generazioni: quattro tavole interattive, divise in altrettante tematiche, raccontano a ragazzi delle Scuole secondarie le innovazioni circolari di ENI attraverso il gioco. Per i Dotdotdot, che di recente hanno collaborato anche con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare firmando, a Trento, l'allestimento della Mostra Quanto – La Rivoluzione in un Salto, questa più che un'attitudine è una sfida, rilanciata ogni volta con idee che si aggiornano ed evolvono in tempo reale per rendere accessibile la complessità, a qualunque età.

Se nel progetto a Trezzo sull'Adda la Scuola andava da Enel, qui Eni si reca direttamente nelle classi per raccontare, attraverso un kit trasportabile su ruote realizzato con la manifattura digitale, cosa siano le energie rinnovabili per l'azienda. Il concept, frutto come sempre di un lavoro interdisciplinare, nasce da un'esigenza precisa: avere una visione chiara della realtà che ci circonda e del futuro che ci attende. Per farlo bisogna porsi

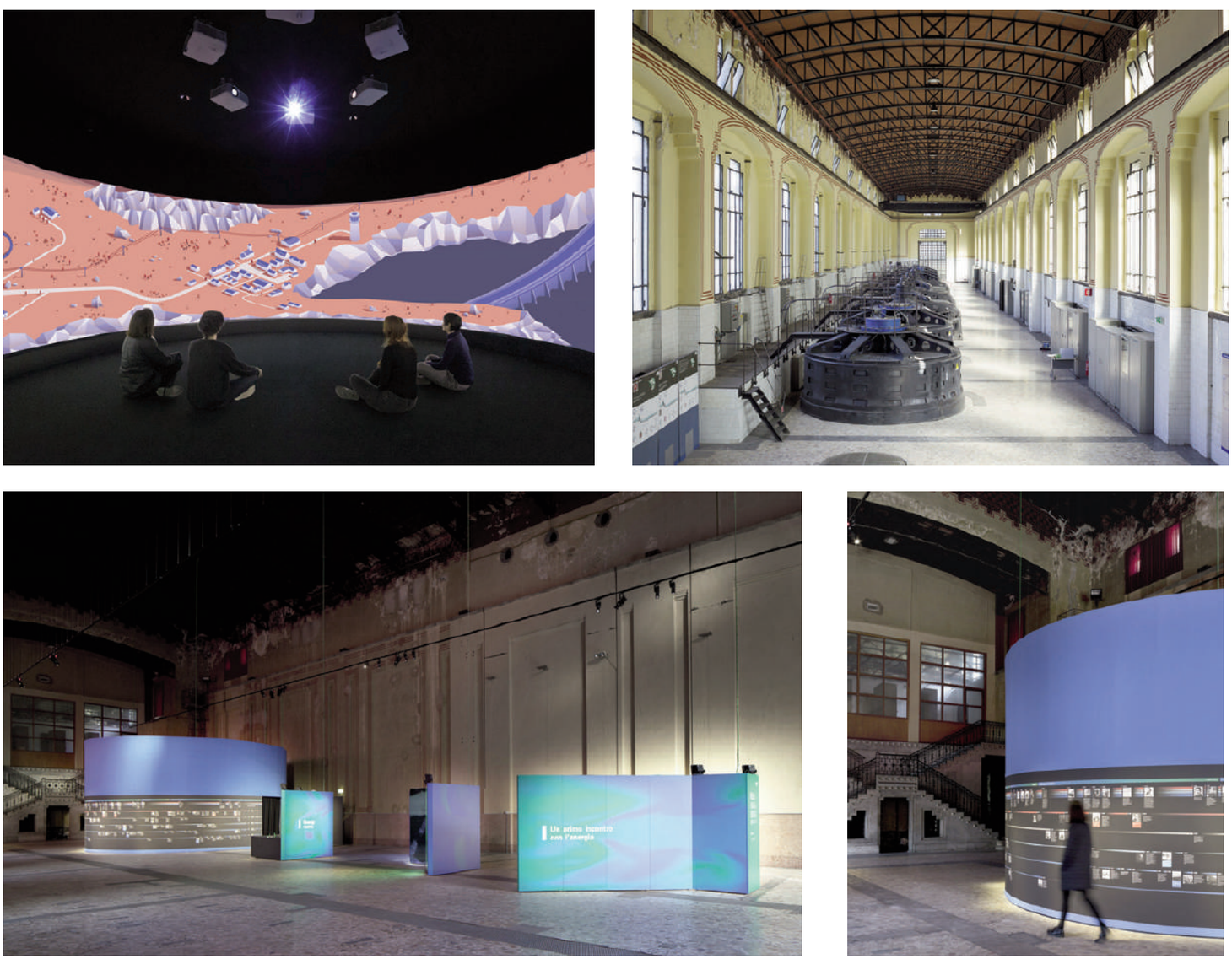
degli interrogativi, che sono quelli che Dotdotdot immagina, risultato di un lavoro di traduzione, sintesi e comunicazione delle informazioni. Sono quattro quesiti che hanno più livelli di profondità e descrivono scenari concreti facili da visualizzare: Perché servono delle batterie se l'energia la fa il vento? Perché ci sono differenti pannelli solari se il sole è uno solo? Perché piantiamo delle piante se i terreni sono inquinati? Perché non dobbiamo sprecare neanche una buccia di banana?

A domande complesse non esistono risposte semplici, esistono però modi per raccontare la complessità affinché sia più comprensibile: ad esempio creare quattro board interattive che attraverso spiegazioni chiare su produzione, conservazione, riparazione e trasformazione raccontino la necessità di andare verso un futuro circolare grazie all'innovazione tecnologica e alla co-progettazione. Il funzionamento è estremamente intuitivo ed è facilitato da una tecnologia sapientemente nascosta e integrata; le risposte si attivano con la funzione 'test', la cui esattezza viene valutata sul monitor con feedback precisi e puntuali che aiutano l'apprendimento e palesano perché sia urgente l'eliminazione dei combustibili fossili per ridurre le emissioni globali di carbonio e fermare il cambiamento climatico. Solo così, con il progressivo passaggio alle fonti di energia rinnovabili, con ricadute sulla vita di tutti i giorni, si avranno effetti benefici sul nostro futuro.

Conclusioni | Il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione non può prescindere dal considerare gli interessi e le prospettive di una società e dei diversi stakeholders: secondo l'IPCC (2018), azioni eccessivamente 'aggressive' e 'imposte dall'alto' potrebbero generare tensioni sociali ed essere intese come una limitazione dell'ambizione al benessere dell'individuo e non riuscire a produrre il risultato sperato. È quindi importante la condivisione di un percorso verso la decarbonizzazione e che il concetto di 'transizione giusta' sia continuamente e concretamente declinato in misure che distribuiscano in modo equo vantaggi e costi, senza lasciare indietro coloro che dalla transizione potranno essere penalizzati. Per arrivare alla neutralità climatica sono necessarie scelte politiche a elevato impatto sociale ed economico, ma anche tecnologie ancora non pronte e da mettere a punto con la cooperazione internazionale.

Occorre tener presente che i percorsi di mitigazione, e in particolare la loro diffusione e capacità di incidere sul tema dei cambiamenti climatici, sono condizionati dal livello di coinvolgimento reciproco di politica, cittadini, imprese e altri stakeholders, ma anche da specifiche condizioni locali (finanziarie, sistemi naturali, fattori socio-culturali, ecc.); tuttavia combinando la mitigazione con azioni 'soft' volte a modificare gli attuali comportamenti di stile di vita è possibile superare le barriere e aprire una gamma più ampia di opzioni di mitigazione.

Per stimolare una risposta 'comportamentale' è necessario che gli utenti siano consapevoli in prima istanza della portata della sfida climatica, dei rischi dovuti ai consumi eccessivi di energia e di risorse naturali non rinnovabili e successivamente



Figg. 6-9 | Enel Interactive Stations (2019) is an immersive exhibition created in the spaces of the Taccani hydroelectric plant in Trezzo sull'Adda. The tour is characterised by gamification and leads to the heart of renewable energy. The 360-degree immersive environment tells the story of the five protagonists in their animated environments, while a generative Sound Design changes in real-time according to visitors' presence.

delle opzioni di mitigazione disponibili; al contempo i cambiamenti di comportamento e stile di vita devono essere supportati da politiche, infrastrutture e tecnologie utili tanto alla riduzione delle emissioni globali di gas serra, quanto a mettere in scena narrazioni digitali, multimediali e interattive che riescano a trasformare l'allestimento in un'esperienza (Di Salvo and Arcoraci, 2020; Dal Falco and Bonomi, 2021; Arquilla and Paracolli, 2023)

Una 'alfabetizzazione climatica' attraverso programmi educativi e informativi, che utilizzano arti e scienza con un approccio partecipativo, se non ludico, può aumentare la consapevolezza e la percezione del rischio, modificando i comportamenti degli utenti nella consapevolezza che anche il singolo può dare il proprio contributo: il modo in cui questi programmi vengono presentati e attuati può rappresentare tanto il suo limite quanto il punto di forza che garantisce il successo dell'azione.

In quest'ottica devono essere ritenute rilevanti le attività sperimentali di Dotdotdot che grazie a una sapiente narrazione riescono a coinvolgere gli utenti attivando consapevolezza sulla emergenza climatica, e sui temi dell'energia e dell'economia circolare che rientrano tra i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030. Dotdotdot lo fa mediante il Design, con una particolare attenzione alla formazione e all'educazione, nella convinzione che questa disciplina, che negli ultimi anni ha adottato significati diversi in contesti diversi, abbia tra i suoi compiti quello di essere un possibile agente di cambiamento capace di rispondere alle trasformazioni sempre più veloci delle società, della politica, dell'economia, della scienza, della tecnologia, della cultura e dell'ecologia; trasformazioni che, oltre a dover essere affrontate, vanno spiegate, capite e metabolizzate, creando ponti tra le varie forme del sapere e gli utenti finali.

Comprendere il modo in cui la scienza e la tecnologia possono aiutarci può essere determinante per far sì che le nuove soluzioni vengano accettate oppure rifiutate dalla società: la cultura del 'progetto', può fare molto in questo senso, con azioni 'soft' (Fagnoni and Olivastro, 2019), replicabili, diversificate e inclusive, abbracciando persone provenienti da campi eterogenei che sono desiderose di impegnarsi nelle sfide della contemporaneità.

Vaclav Smil (2023), professor emeritus at the University of Manitoba in Winnipeg (Canada), is one of the leading experts on the themes of climate change, anthropisation, and energy: in his recent work entitled Size – How to Explain the World, he retraces the history of technological innovation through the major themes of food production, the material world, globalisation, and the environment, highlighting how often their current narrative too lightly identifies solutions to problems on energy issues; Luca Galofaro (2024) skilfully highlights how Smil's text succeeds in explaining some of the fundamental facts that govern our chances of survival, to understand what opportunities there are to drastically, and quickly, alter future production dynamics put in place to slow climate change. The author offers no solution but gives us the tools to design the world to come.

The publication is highly relevant because of the potential offered by new design methodologies, which consciously focus on the energy consumption that every human action inevitably determines and the consequent side effects on the Planet; at the same time, Vaclav Smil highlights the need to initiate, with respect to the sources of supply, processes of efficiency and adaptation to desirable criteria of sustainability to redesign a new man-energy paradigm, while remaining fully aware that historically there has always existed a direct proportionality between technological innovation and mankind's ability to accumulate and use energy. From a fundamental biophysical perspective, both prehistoric human evolution and the course of history can be seen as the quest for controlling greater stores and flows of more concentrated and more versatile forms of energy and converting them, in more affordable ways at lower costs and with higher efficiencies, into heat, light, and motion (Smil, 2021).

Today, as the era of fossil fuel civilisation comes to an end, energy transformation and preservation is one of the greatest challenges for the Earth's survival, increasingly threatened by climate change, determined, according to 97% of scientists, by anthropogenic activity[1], with nearly 40% of the world's greenhouse gas emissions resulting from building construction and operation (IEA, 2023). Addressing such a crisis requires actions, products and services that can, on the one hand, continue to meet the needs of humanity and, on the other hand, mitigate the greenhouse effect. The constraint of meeting climate goals becomes a great opportunity for generating new business, a driver of substantial change in existing activities, and an accelerator of innovation processes. Sustainability takes on the role of a decisive interpretative platform to give direction to innovation paths (Pardo, 2023).

The achievement of the goals identified in the Paris Agreement (UN, 2015a) and reaffirmed in subsequent European policies aimed at 'carbon neutrality' by 2030 (European Commission, 2021a) and 'climate neutrality' by 2050 (European Commission, 2021b) impose a paradigm shift that must be holistic and involve all the inhabitants of the planet, equating both the well-being of the individual and that of the entire ecosystem. International policies have been predominantly oriented toward greater energy efficiency of the entire production process and construction in the operation phase; however, this creates the potential paradox of incentivising an unlimited growth model that is incompatible with our Planet's finite resources and planetary limits, some of which have already been exceeded (Richardson et alii, 2023).

As we witness the building of new cities, neighbourhoods, or buildings promoted as environmentally friendly, sustainable, and zero-impact, we should stop and reflect. With a critical approach, we should ask ourselves the following questions, among many others: Environmentally friendly, sustainable and zero-impact, from what point of view? Which natural and non-renewable resources are being used? When calculating emissions of climate-changing gases, are we considering only those related to the operating phase or those of the entire life cycle? Are embodied carbon and energy also considered? These questions will need to be answered to identify strategies, paths, measures, and actions to be put in place for a transition, in its triple and inseparable digital, ecological and energy dimensions, capable of synergistically achieving the 17 Sustainable Development Goals of the United Nations (UN, 2015b).

This paper addresses the climate issue, which is emergent, global and structural, intending to identify replicable good practices, referred to as 'soft' practices, that can contribute to the mitigation of energy and natural resource consumption by promoting greater user awareness and emotional involvement in the current crisis through an experience that is also playful. Specifically, the contribution, starting from the concepts of mitigation, 'sufficiency', circularity, and 'innovability', illustrates the professional experiences of the Milan-based Dotdotdot collective by highlighting, on the one hand, their coherence with international policies and with approaches promoted in the scientific literature, and on the other hand, their skilful use of technologies for an ethical engagement in addressing climate change challenges.

Innovability and mitigation through new behavioural patterns and economic development based on 'sufficiency' and the circular economy | The recent Climate Change 2023 Report (IPCC, 2023) confirms that climate change has a cross-cutting impact on all human activities, from agricultural production to water management, from public health to biodiversity conservation, as well as on all-natural processes and ecosystems. The same Report identifies several synergies and trade-offs between mitigation actions and sustainable development goals (UN, 2015b), revealing that although the synergies identified outnumber the trade-offs, both depend on the context and scope of the actions put in place, and the potential trade-offs can also be offset or avoided with additional policies, technology transfer, training and communication.

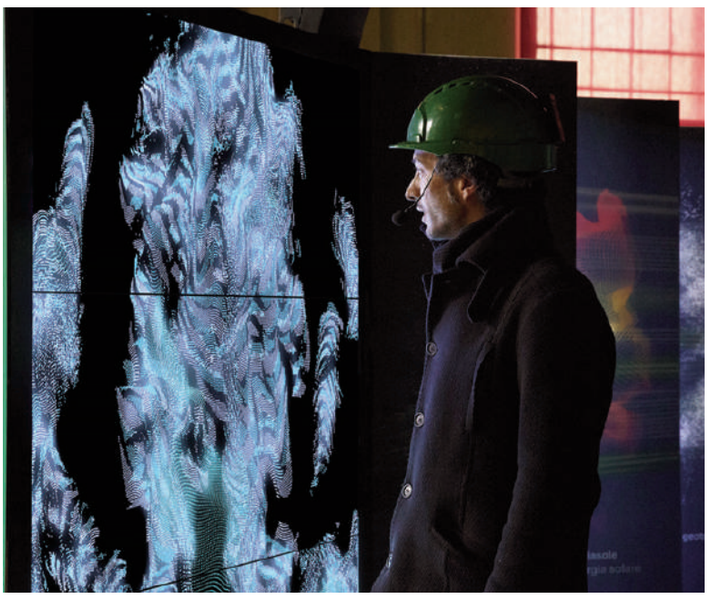
The Climate Change 2014 Report – Mitigation of Climate Change (IPCC, 2014, p. 39) provided a clear definition of mitigation: «In the context of climate change, it is a human intervention to reduce the sources or enhance the sinks of greenhouse gases (GHGs). The impacts of mitigation consist in the reduction or elimination of some of the effects of climate change [that] may improve people's livelihood, their health, their access to food or clean water, the amenities of their lives, or the natural environment around them […] can improve human well-being through both market and non-market effects».

Other international policy documents, including the Italian National Climate Change Adaptation Plan (PNACC; MASE, 2023), identify several strategies, pathways, measures and actions for climate change mitigation, the last of which can be divided into two main types: type A ('soft') actions, i.e., those that do not require direct structural and material interventions but are nonetheless preparatory to their implementation, contributing to mitigation through increased knowledge or the development of a favourable organizational, institutional and legislative environment, but also through information and awareness-raising actions, development of organizational and participatory processes and governance; type B ('non-soft') actions, which have a component of materiality and structural intervention, comprising

'green' actions (with 'nature-based' solutions and sustainable use or management of natural 'services', including ecosystem services, in order to reduce the impacts of climate change) and 'grey' actions aimed at improving and adapting facilities and infrastructure, which can in turn be divided into actions on materials and technologies or on infrastructure or networks.

'Soft' actions, acting on energy demand through socio-cultural and behavioural changes, are particularly interesting. In synergy with new ways of providing end services, they could potentially reduce global greenhouse gas emissions in the construction, transportation and agriculture sectors by 40-70% by 2050 compared to baseline scenarios, although in some geographical areas of the Planet (and particularly those in developing countries), energy demand is likely to increase (IPCC, 2023). 'Soft' actions are particularly appealing not only because they tend to be robust, flexible, and immediately implementable (MASE, 2023), but mainly because they require less financial commitment and have a character of urgency, as they must precede the 'green' and 'grey' actions and introduce facilitating elements to create the optimal conditions of land governance, for effective planning and subsequent implementation of 'non-soft' actions.

The economic theories directly related to 'soft' actions – of an 'immaterial' nature – in terms of mit-



Figg. 10-12 | Five digital characters guide visitors on a journey into the heart of renewable energy. A voice-recognition system was designed to engage the audience by allowing the guide to interact with avatars representing five renewable energies: hydro, geothermal, wind, marine, and solar. Their names are: Idro, Mariasole, Gaia, Marina and Levante.

igation are different and refer, for example, to the Economics of Happiness (Kahneman, 2007), the Sharing Economy (Botsman and Rogers, 2010), Qualitative Growth (Capra and Henderson, 2020) and Serene Degrowth (Latouche, 2015; Raworth, 2017), as well as the Economy of Sufficiency (Sachs, 2023), all related to the concepts of sobriety and the sense of limit. In particular, according to Arrobbio Osman (2023), 'sufficiency' is at the same time a concept, a principle, a strategy and an achievable goal, as demonstrated in one of his recent publications, drawing on the studies and experiences on this subject (energy demand reduction, dematerialisation and service innovation) that are proliferating through the involvement of a growing number of different stakeholders, with effects at different scales.

The IPCC (2022) has internationally recognised the contribution that a policy marked by 'sufficiency' can make in mitigating climate change, describing it as a set of everyday measures and practices that avoid the demand for energy, materials, land and water while enabling well-being for all within the planetary boundaries first drawn by Rockström et alii (2009); according to the Report, its implementation can reduce climate-changing gas emissions by up to 17% without the need for often energy-intensive technological solutions.

A passionate advocate of the need to implement a policy based on 'sufficiency', David Ness (2022, 2023) recently reiterated that in order to meet the goal of equity, this must be implemented on a global scale and recognise a differentiated distribution of consumption to the benefit of developing countries according to the principle of 'shrink and share' already promoted by Kitzes et alii (2008). The same principle is expressed by Arup and Ellen MacArthur Foundation's Circular Buildings Toolkit (n.d.), according to which the best strategy to avoid intensive material consumption is based on 'building nothing' and 'refusing to make new artefacts unless they are needed'.

The international scientific community agrees that achieving decarbonisation and climate neutrality targets set by the European Union by 2030 and 2050 respectively (European Commission, 2021a, 2021b) can only be achieved through the concurrence of different strategies, pathways, measures and actions. One of the possible pathways to sustainable development is based on the Circular Economy (Ellen MacArthur Foundation, 2010), as embodied in the '8Rs' (Re-evaluate, Reconceptualize, Restructure, Redistribute, Relocate, Reduce, Reuse, Recycle) or again in the six ReSOLVE action areas (REgenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise and Exchange; Ellen MacArthur Foundation 2015a, 2015b).

This model rethinks economic growth entirely independent of the consumption of finite non-renewable resources and can be traced back to the theories by Walter R. Stahel (1976) who outlines the characteristics of a 'loop' economy with greater benefits on labour, economic development, resource conservation and waste control; later the model was taken up by Frosch and Gallopoulos (1989), proponents of a 'biological ecosystem' in which waste from industrial processes becomes raw materials for other processes, and finally to McDonough and Braungart (1998, 2002, 2013), who argued that design should be based on two circular loops, one technical and one biological, in which resources are retained for as long as possible with minimal loss of quality and waste.

However, though resource efficiency and circular growth have been identified by the New Climate Economy (NCE, 2018) and the World Resources Institute (WRI, 2020) as the basis of a development agenda based on the principle that 'growth' can be 'decoupled' from its negative impacts on the environment, other studies note that the ambitious goals set by Paris cannot be achieved without a drastic reduction in the consumption of non-renewable natural resources (Hickel, 2019; EEB, 2020). This is also confirmed by the recent Report of the European Environment Agency (EEA, 2021) according to which the desired 'decoupling' is not happening and may never occur: this claim is supported by data according to which Europe is among the top regions in the world in terms of consumption and 'pressure' on the environment, and the circular economy fuels a growth strategy directed at resource consumption: during 2019 only 12% of material was recycled in the European Union, and, in the rest of the world circularity is declining (Circle Economy, 2021).

The European Environmental Bureau (EEB, 2021) suggests a possible solution, reporting a decalogue of actions attributable to 'sufficiency' and 'efficiency' policies and 'renewables in the document Sufficiency and Circularity – The Two Overlooked Decarbonisation Strategies. In view of the desired decarbonisation by 2030, it is, therefore, possible to hypothesise that the synergistic action of 'sufficiency' policies and 'circularity' approaches can yield significant benefits and generate greater effectiveness in terms of climate change mitigation: whether 'sufficiency' policies can significantly reduce resource demand and consumption in industrialised countries while leaving, on a principle of equity, developing countries to achieve the desired prosperity, the circular economy can optimise the value of the resources used (already reduced in quantity and volume by policies on 'sufficiency') by extending their life cycle through, for example, reuse, recycling and up-cycling actions, all by virtue of the now unavoidable requirements of durability, disassembly, reparability, maintainability, etc.

This is where the term 'innovability' comes into play: it is attributed as a renewed driving force for a new development paradigm expressing 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', sure that they are inseparable from the more general environmental, social, and ethical impact of design disciplines.

The subject is extremely relevant, as evidenced by the Exhibition entitled Transform! Designing the Future of Energy, which opened on March 23rd, 2024, in the spaces of the Vitra Design Museum in Weil am Rhein, where energy is showcased, interpreted as the main driving force of society as well as a political issue, invisible but omnipresent, wrongly believed in past centuries to be an inexhaustible resource. Today, we know that this is not the case and that using it sustainably and efficiently is crucial to the Earth's future. The message in the exhibition curated by Jochen Eisenbrand is that Design can and should play an essential part in the transition to renewable energy, as all buildings, infrastructure, and products related to energy generation, distribution, and use are human-designed.

It, therefore, becomes essential to understand the kind of transformation that Design can implement in these areas: from everyday products that use renewable sources to the design of solar houses and wind farms, from smart mobility systems to futuristic visions of self-sufficient cities. Several questions need to be asked: what are the criteria for designing innovatively and sustainably? How can Design encourage the decarbonisation process? How can the industry, government policies, and each of us lay the foundation for a future that does not threaten the health of the Planet (Kries and Eisenbrand, 2024)?

Design is being called upon to answer these questions consistently with those who believe it can catalyse radical changes on multiple levels and at different scales. According to Alice Rawsthorn and Paola Antonelli (2022), we need to trust in the visionary nature of designers and architects, whose inventions and works of ingenuity give us hope for the future; on closer inspection, they have always done so through path-breaking projects that have moved disciplinary boundaries forward. For the two curators, authors of the volume Design Emergency, it is important that Design, by resorting to collective intelligence, plays this role in all ages, especially today in light of the many emergencies that are before everyone's eyes, among which the climate and energy crises stand out, firmly intertwined.

Timothy Morton (2010) has a similar idea and argues that the ideology of emergence states that we don't need to take responsibility for good decisions – they will happen 'naturally', but to tackle pollution, climate disruption, and radiation, we must think and act big, which means thinking and acting collectively: this will take conscious input and we will have to choose to act and think together. Equally important is mapping, documenting and publicising the activities of those creative minds whose ability to come up with innovative solutions confirms how Design can be an essential tool for addressing the significant challenges of our time and taking advantage of advances in science and technology.

Dotdotdot: a holistic approach to transitions | Against this backdrop, in search of significant examples avowedly at the forefront of promoting positive change, the work accomplished over the past 20 years by Dotdotdot, a Milan-based multidisciplinary collective whose statement is 'We design innovative human experiences', serves as a case study. Founded by Laura Dellamotta (architect), Giovanna Gardi (architect), Alessandro Masserdotti (interaction designer) and Fabrizio Pignoloni (designer), the Firm now has a Team of more than 30 people with heterogeneous profiles including developers, engineers, sound designers, storytelling and strategic design experts. Their engagement in the world of design can be defined through the words of Alice Rawsthorn (2018), from the publication Design is an Attitude, in which she speaks of a new generation of designers using digital tools to pursue their social, political and ecological goals, operating independently and redefining the discipline with instinct and ingenuity.

Interested in the integration of architecture, design, installations, digital technologies and new

media, as well as how we live in the present and plan for the future, Dotdotdot has used innovation, understood in its broadest sense since 2004, to create new and unique ways for human beings to interact with the world. Unique in the Italian scene as a pioneer of interaction design, its work develops dynamically by experimenting with cutting-edge projects representing as many forms as possible of documentation, information, action and communication, involving communities and people.

Over the years, the firm has consolidated expertise and experience in developing digital strategies and designing integrated and customised digital systems for companies, museums, historical archives, work environments, healthcare facilities, and, more generally, aimed at smart living. In 2014, the Firm founded OpenDot, a Fab Lab that is, also and above all, a research hub created from the need to give life to a shared, open space dedicated to rapid prototyping and technological experimentation, a meeting point between new skills and traditional knowledge.

According to Dotdotdot, speaking about the energy transition in a conscious manner requires moving beyond a hitherto prevailing concept (that of Human-centred Design) by shifting the focus to the totality of the environment around us, changing the way of acting from a participatory design that focuses on the needs of people within a context with which it is urgent to deal to understand its complexity and enhance its multidimensionality. This reflection, the basis of the Firm's policy and philosophy, shared with principals and stakeholders involved upstream in individual creative processes, is the starting point to understand through a balanced mix of theory and practice (an ongoing practice based on lifelong learning), how to innovate people's lives profoundly, services and everything around people while respecting the overall balance of the ecosystem.

The appeal is clear and is expressed through the projects signed by the Milan-based collective, which represent continuous happenings characterised by a strong connection to the space in which they take place. Today, nothing within the design context can be overlooked: it is necessary to have a keen eye toward every area of design to strike a balance between technology and policy, individuals and the environment, making sure that innovation responds to real needs, includes multiple scenarios, promotes expanded forms of research into other fields, and, finally, takes into account the importance of processes that can be triggered within a circular economy and ecosystem. Therefore, the approach to the project is holistic: not a purely 'problem-solving' attitude concerning a specific client request, but rather a broad and conscious look at the different scales of a reality probed through heterogeneous skills capable of structuring the project in all its facets, interpreting and translating its different languages.

Central to the approach is the word 'innovation', which, for Alessandro Masserdotti, has varying levels: when it comes to so-called frontier innovation, it is unlikely, especially at the beginning, to prove perfectly compatible with the environment. A perfect example of this is CERN's (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) Large Hadron Collider (LHC), the world's largest particle accelerator located in an underground tunnel 100 meters deep in the French-Swiss border area near Geneva (Mandraccio, 2020): when it is active it consumes 200-megawatt hours of electricity or the energy needs of a city of 300,000 people: it is difficult to classify it as sustainable. That said, rather than simply considering the current impact of such a structure, it would be important to understand its raison d'être, placing it in a long-term vision.

For Dotdotdot, this is crucial: especially when dealing with technological and digital innovation, there is often an energy impact in the early stages of new experimentation: an example in the health sector is the digital manufacturing work done by the firm with 3D printers for postural braces: before reaching a sustainable and useful tool, involving doctors, therapists, nurses, nurses, makers, designers, caregivers, and patients, a considerable amount of waste plastic material was produced, but the outcome is a more comfortable, washable solution made from a natural material rather than PLA. It is a matter of harmony: we must, in short, find the balance between costs and benefits, intervening on the different levels of innovation.

This means that while the beginning of any experimental energy process impact at the design level can be significant and not negligible, it can and should be reduced significantly at the following stage (referable to technology transfer). Regarding CERN in Geneva, it is conceivable that research, as energy-intensive as the facility is now, will lead in the future to the development of greater control and awareness of the use of atoms: sooner or later, the notorious quantum calculator will be realised, which will tend to have n times the computational capacity of a traditional computer for the same amount of power consumption.

The comparison defines the boundaries, or if one prefers, the limits, of the term 'innovability', especially when the levels of experimentation and avant-garde are very high. This does not mean abandoning a planet-centred approach, but rather being aware that the equation innovation equals sustainability is often, at first, unachievable and that it is crucial to make sure, by visualising the entire life cycle, that the initial higher demand for energy leads to a significant reduction in consumption in the medium and long term.

That's not all. An additional aspect needs to be considered when combining innovation and sustainability: the former has to do with new advances, often disruptive; the latter has to do with the drafting of standards, which turn into laws and prescriptions. In Dotdotdot's vision, innovation is never rule-compliant since it does not (and cannot) derive from an established and normalised practice; if anything, it is the opposite: it intervenes to promote a change in those norms and prescriptions that over time become out of date, to create new standards that are more in keeping with the demands of progress: the project, in this situation, becomes the trait d'union between the different factors at play, updating and transforming processes through actions that are factual statements of intent.

It is the eternal dialectic between dynamism and stasis: innovation often breaks the rules, albeit with the awareness of making a political gesture that goes in the right direction. In this case, the attention to the Planet, from an allocentric perspective, is directed to different and constantly evolving areas (technology, society, communication, environment, etc.), all interested in ecological, digital and energy transitions that are inevitably linked. In this second decade of the new century, it is becoming increasingly apparent that the crucial problems of our time – energy, environment, climate change, food security, financial security – cannot be studied and understood separately, as they are systemic problems, and that means they are interconnected and interdependent. (Capra and Henderson, 2020).

Dotdotdot's research lies within this broad vision, in which innovation is an intellectual priority and sustainability is a political, ethical and social necessity, supported by material and intangible, interscalar and interdisciplinary tools, aimed at the pursuit of shared progress in which technology is never the ultimate goal, but rather a versatile and multifaceted tool that opens surprising scenarios, and where data represents a form of knowledge that has enormous value.

Coming back to the issue of the energy transition, it is no coincidence that, in recent years, the Firm has often professionally confronted the topic of energy, interpreted and told from different points of view by reflecting on how much the anthropogenic transformation of the Planet represents an energy-consuming action to be aware of. It is no coincidence that design opportunities have arisen, as Alessandro Masserdotti believes that the orders received from companies such as Enel, Eni and Edison are due to the recognition of Dotdotdot's ethical and political philosophy on the issues of sustainability and innovation, the latter being central to all of the firm's projects and appreciated by companies whose goal is second-tier innovation, rather than frontier innovation, inseparable from the demands of 'innovability'.

Dotdotdot: storytelling and awareness for the energy transition | Earth Bits – Sensing the Planetary at the Museum of Art, Architecture and Technology in Lisbon (2021), Enel Green Power's Immersive Exhibition in Trezzo sull'Adda (2019), and the ENI Circular Future Kit, conceived as OpenDot (2019) beautifully exemplify the concepts of 'innovability' and 'transition' as technology-driven interactions in which Design communicates ideas, stimulates the imagination and reshapes behaviour. The three projects are experiences to be lived in a temporary dimension, as well as examples of how Design can develop new narratives, visualise the future of alternative energies, and hypothesise multiple approaches to the problem with different scales of reasoning: according to Dotdotdot, they are forms of dialogue between two worlds, the technical-scientific and the design-dissemination.

Earth Bits – Sensing the Planetary, the immersive installation for MAAT (Figg. 1-5) strongly desired by its then Executive Director Beatrice Leanza[2], focuses on climate change, approached from a narrative point of view through four multimedia installations, with appropriate communicative tools and the right sensitivity to engage the visitor in a path capable of stimulating critical thinking and producing knowledge through the confrontation between science, culture and society.

The narrative focuses on emotional technology, with an almost agnostic attitude, to reach the largest possible audience through an objective view of the problem. Technology, far from being

Figg. 13-15 | Eni Circular Kit (2019) is a travelling educational project aimed at schools, explaining the circular economy to children in a playful and understandable way. The concept is based on four interactive folders designed in collaboration with Eni's communication and R&D department. The importance of daily actions is presented at the same level as the company's technological innovations to emphasise that each can produce benefits for the present and the future. The kit, created through digital manufacturing, illustrates four actions: producing and storing energy from renewable sources, repairing past mistakes, and learning how to transform waste into resources. Each activity is based on a question children must answer by thinking, playing and theorising actions through trial and error.

a tool of domination, becomes an extension of the human capacity to understand and conserve our Planet: the goal is not to take a moral stance but to have data speak for itself, recounting facts and increasing people's awareness through the evidence and quantity of information transmitted, translated and delivered to visitors in an accessible way through multimedia.

According to Laura Dellamotta, simply making data understandable to a large number of people enables the generation of inputs with social impacts. For Dotdotdot data has cultural value, fully aware that we live in an age in which it is produced incessantly, representing on the one hand the new oil[3] (Arthur, 2013), and on the other hand a new form of knowledge: «[…] We can say that Kepler was the first researcher to make a data-driven scientific discovery from data collected by the astronomer Tycho Brahe on the planets' position. In Kepler's time, the problem was to make sense of the data, which was still humanly manageable. Today, data is too complicated and has vast qualities. It has become obscure and distant if it is not reworked and "processed" before being made available to people» (Dotdotdot, 2021).

Earth Bits – Sensing the Planetary is more than just staging a message. The Milanese collective structured storytelling to transfer the data, the project's starting point, within a journey in which it becomes emotional and didactic matter. The itinerary unfolds in a crescendo that starts with an awareness of the environmental crisis, runs through the impact of our choices on the Planet as citizens and as consumers, and ends with a leap in perspective on a cosmological plane that offers a contemplative global view of the impoverishment of the Earth at the hands of man.

By shifting the point of view, the Exhibition visualises in succession the significance of small everyday actions, raising questions, for example, on the energy impact of sending an email, entering a call on Zoom or browsing social media) and then considers, regardless of the behaviours of individuals, the impact of the context in which one lives, of the country in which one lives that perhaps has multiple subway lines, airports, high-speed trains, and daylighting at night. The last metaphor used is the tale of the first astronauts looking at Earth from Space as one big world: a way of saying that a global solution must be found.

Crucial to the success of the project was the involvement of entities that provided the data: the European Space Agency (ESA), through information collected by the Copernicus program, the world's largest open source dataset that monitors the Earth and its environment for the benefit of all European citizens; the International Energy Agency (IEA), which runs an information system and study of energy dynamics at the international level and was involved in quantifying the carbon footprint; and EDP (Energias De Portugal), a world leader in energy and energy transition, which provided data on monitoring local electricity consumption.

It is worth pausing to consider the relevance of the Copernicus project, whose data and images, a valuable tool for researchers and scholars engaged in environmental protection (Magliocco and Canepa, 2022), populated the large digital wallpaper on display, emphasising the complexity of the relationship between innovation and sustainability, entrusted in this case to six satellites (sentinels) with a high cost, probably also in terms of energy impact, whose task is to monitor the health of the Planet constantly.

As in the CERN mentioned above case, it seems that Copernicus presents an apparent contradiction: consuming large amounts of energy to monitor the Earth through a massive and widespread collection of open data, which it is not possible to avoid collecting as it provides accurate and timely information (12 terabytes of data per day) helpful in protecting it. The metaphor, however, nicely represents the tension embedded in the term 'innovability' and leads to an interesting reflection: compared to the past, the 21st century has seen significant improvements in energy efficiency, as well as greater availability and accessibility to energy-efficient and renewable technologies.

However, these advances are counterbalanced by a global demand for energy, whose steady increase is mainly due to the proliferation of electronic and digital devices. Thus, while it is impossible not to recognise the improvements brought about by smarter energy use, it must be acknowledged that many of the innovations are the result of production processes dependent on 19th-century energy sources and harmful extractive practices (Rossi, 2024).

The recourse to a new sensitivity to similar issues can be seen in Dotdotdot's Exhibition for Enel Green Power (Figg. 6-12), developed inside a historic hydroelectric power plant: the Taccani plant in Trezzo sull'Adda has thus become the 'home' of five hyper-technological avatars used to narrate clean energy, Enel Group's core business dedicated to the renewable sector, in a playful yet scientific way.

As a first step in Centrali Interattive, Dotdotdot designed a series of comic-inspired 'characters' to give presence and soul to an intangible and abstract dimension such as energy along a modular and replicable itinerary designed in stages as if it were a game, aiming at greater involvement of visitors, with a specific focus on the youngest visitors, i.e. students of Middle and High Schools. The five characters represent the personification of clean and renewable energy sources (hydroelectric, geothermal, wind, marine and solar) entrusted to the appearance and voices of Idro, Gaia, Levante, Marina and Mariasole, protagonists of an installation that places the visitor at the centre of a memorable experience in which the power station becomes a place of training and entertainment.

The permanent exhibition is set up in Gaetano Moretti's industrial masterpiece, where past, present and future intertwine in the narrative: alternators and turbines coexist with infographics, light boxes, lenticular panels, monitors and projections that inform and entertain. Once again, at the heart of the project is narrative storytelling that leads to an end game by telling how the energies we consume are in fact created.

The goal is to provide awareness of production processes, but also of how they are used and/or wasted, offering complex information returned in an understandable way, helping us to understand, for example, that energy is already within us: for this purpose, Kinect detects people's movement and translates it into visual feedback that quantifies the energy produced. Many historical aspects are also showcased through the timeline of technological discoveries, reviewed in an interactive key, and with a 360-degree animated video explaining the operation of all energy sources.

Empathy guides visitors, who enter into a direct relationship with digital alter egos activated through a special voice recognition system. The

artificial intelligence driving the avatars can respond more or less simplified depending on whether the visitors are schoolchildren or adults, using actors' voices rather than the digital, depersonalised voices of popular voice assistants.

The third selected project, ENI Circular Future Kit (Figg. 13-15), was designed to explain the circular economy to the younger generation: four interactive boards, divided into as many themes, explain ENI's circular innovations to secondary school children through play. For Dotdotdot, who have also recently collaborated with the National Institute of Nuclear Physics by creating the exhibit Quantum – The Revolution in One Leap in Trento, this is a challenge rather than an attitude, revitalised on each occasion with ideas that are updated and evolve in real-time to make complexity accessible, whatever the age.

In the project in Trezzo sull'Adda, the school was required to go to Enel; however, Eni goes directly into classrooms to describe what renewable energy is to the company, with the help of a transportable kit on wheels made through digital manufacturing. The concept, resulting as always from interdisciplinary work, stems from the specific need for a clear vision of the reality and the future that awaits us. Doing so requires asking questions (which are those that Dotdotdot envisions), the result of translating, synthesising, and communicating information. Four questions with multiple levels of depth describing concrete scenarios that are easy to visualise: Why do we need batteries if the wind makes energy? Why are there many solar panels if the sun is only one? Why do we plant plants if the soils are polluted? Why should we avoid wasting even a single banana peel?

Simple answers to complex questions do not exist, but there are ways to narrate complexity to make it more understandable: for example, creating four interactive boards that, through clear explanations of production, preservation, repair, and transformation, recount the need to move toward a circular future through technological innovation and co-design. Operation is highly intuitive and is facilitated by cleverly hidden and integrated technology; responses are triggered by a 'test' function, the accuracy of which is evaluated on the monitor with precise and timely feedback that aids learning and exposes why the elimination of fossil fuels is urgently needed to reduce global carbon emissions and stop climate change. The beneficial effects on our future will only occur as we gradually shift to renewable energy sources, with repercussions on our everyday lives.

Conclusions | Achieving decarbonisation goals cannot be separated from considering the interests and perspectives of a society and its various stakeholders: according to the IPCC (2018), overly 'aggressive' and 'imposed from above' actions could generate social tensions and be understood as a limitation of the individual's ambition for well-being, and thus fail to produce the desired result. It is, therefore, important to reach a shared path toward decarbonisation and for the concept of 'just transition' to be continually and concretely articulated in measures that distribute benefits and costs equitably, without leaving behind those who may be adversely affected by the transition. Achieving climate neutrality requires policy choices with high social and economic impact and technologies that are not yet ready and must be fine-tuned with international cooperation.

It is important to keep in mind that mitigation pathways, and in particular their diffusion and capacity to impact climate change, are conditioned by the level of mutual involvement of politics, citizens, businesses and other stakeholders, but also by specific local conditions (financial, natural systems, socio-cultural factors, etc.); however, by combining mitigation with 'soft' actions aimed at changing current lifestyle behaviours, it is possible to overcome barriers and pave the way for a wider range of mitigation options.

To stimulate a 'behavioural' response, users need to be aware primarily of the scale of the climate challenge, the risks from excessive consumption of energy and non-renewable natural resources, and subsequently of the mitigation options available; at the same time, behaviour and lifestyle changes need to be supported by policies, infrastructure, and technologies that are as useful in reducing global greenhouse gas emissions as they are in staging digital, multimedia, and interactive narratives that succeed in transforming the set-up into an experience (Di Salvo and Arcoraci, 2020; Dal Falco and Bonomi, 2021; Arquilla and Paracolli, 2023).

'Climate literacy' through educational and informational programs, using arts and science with a participatory, if not playful, approach, can increase awareness and risk perception, changing users' behaviours in the knowledge that the individual can contribute as well: the way these programs are presented and implemented can be both their limitation and the strength ensuring the action's success.

In this perspective, Dotdotdot's experimental activities are relevant, as they are able to engage users through skilful storytelling while activating awareness of the climate emergency, and of the issues of energy and circular economy, among the 17 Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda. Dotdotdot does this through Design, with a focus on training and education, in the belief that this discipline, which in recent years has adopted different meanings in different contexts, can, among other tasks, be a possible agent of change capable of responding to the increasingly rapid transformations of societies, politics, economics, science, technology, culture, and ecology; transformations that must be addressed as well as explained, understood, and metabolised, creating bridges between the various forms of knowledge and end users.

Understanding how science and technology may assist us is likely to be instrumental in ensuring that new solutions are either accepted or rejected by society: the culture of the 'project' can accomplish a great deal through 'soft' (Fagnoni and Olivastro, 2019), replicable, diverse and inclusive actions, embracing people from heterogeneous fields who are eager to engage in contemporary challenges.

Acknowledgements

The contribution is the result of the common reflection of all the Authors; however, the coordination, literary research, supervision of the final draft and the paragraphs 'Innovability and mitigation through new behavioural patterns and economic development based on sufficiency and the circular economy' and 'Conclusions' have to be attributed to A. Valenti and F. Scalisi while the other paragraphs have to be attributed to all Authors in equal parts.

Relevant credits are given for the following projects:
a) Exhibition 'Earth Bits – Sensing the Planetary' (2021) | Exhibition and Interaction Design: Dotdotdot; Team: L. Dellamotta, A. Masserdotti, F. Pignoloni, S. Maniscalco, F. Mandelli, J. A.a Samsen, N. Ariutti, D. Ciminieri, M. Merigo, G. Cirillo, M. Invernizzi, T. Berti, and A. Ornaghi; Scientific Partners: EDP Innovation and Sustainability, ESA (European Space Agency), and IEA (International Energy Agency); Photographs: Dotdotdot, F. Nogueira, B. Lopes, and P. Pina;
b) Exhibition 'Enel Interactive Stations' (2019) | Interaction and Exhibition Design: Dotdotdot; Storytelling: Storyfactory; Team: L. Dellamotta, G. Gardi, A. Masserdotti, F. Pignoloni, N. Ariutti, T. Berti, D. Bonafede, D. Ciminieri, S. Maniscalco, J. A. Samsen with A. Boleslavsky, T. Knyvett, L. La Pietra, and Sacrèm; Photographs: F. Bamberghi;
c) 'Eni Circular Kit' (2019) | Project: OpenDot, Maker Faire Rome; Photographs: OpenDot.

Notes

1) Data provided by Enel Green Power. For more information, see the webpage: enelgreenpower.com/it/learning-hub/transizione-energetica/cambiamento-climatico-cause-conseguenze [Accessed 12 April 2024].

2) The request was to address one of the crucial issues of our time through the ex-novo construction of a semi-permanent exhibition route on the climate crisis, not by suggesting solutions to the problem, but by providing deeper understanding based on scientific evidence to understand its causes.

3) Clive Humby, a British data scientist and mathematician, coined the slogan 'Data is the new oil' in 2006, referring to the Fourth Industrial Revolution.

References

Arquilla, V. and Paracolli, A. (2023), "Design sull'esperienza dell'utente e sostenibilità degli oggetti con intelligenza artificiale | User experience design and sustainability of AI-infused objects", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 259-268. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13222023 [Accessed 12 April 2024].

Arthur, C. (2013), "Tech giants may be huge, but nothing matches big data", in *The Guardian*, 23/08/2013. [Online] Available at: theguardian.com/technology/2013/aug/23/tech-giants-data [Accessed 12 April 2024].

Arup and Ellen MacArthur Foundation (n.d.), *Circular Building Design Toolkit*. [Online] Available at: ce-toolkit.dhub.arup.com/strategies [Accessed 12 April 2024].

Botsman, R. and Rogers, R. (2010), *What's mine is yours*,

Harper Business, London.

Capra, F. and Henderson, H. (2020), *Crescita qualitativa – Per un'economia sostenibile e socialmente equa* [or. ed. *A conceptual framework for finding solutions to our current crisis that are economically sound, ecologically sustainable, and socially just*, 2014], Aboca, San Sepolcro (AR).

Circle Economy (2021), *The Circularity Gap Report 2021*. [Online] Available at: circle-economy.com/resources/circularity-gap-report-2021 [Accessed 12 April 2024].

Dal Falco, F. and Bonomi, S. (2021), "Comunicare il museo tra analogico e digitale – Un'esperienza di progettazione multimediale interattiva | Communicating the museum between analogue and digital – Interactive multimedia design experience", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 200-209. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/ 10182021 [Accessed 12 April 2024].

Di Salvo, A. and Arcoraci, A. (2020), "Connessioni umane – Progettare artefatti interattivi attraverso narrazione e speculazione | Human connections – Design interactive artefacts through narration and speculation", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 254-261. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8242020 [Accessed 12 April 2024].

Dotdotdot (2021), "Il valore culturale dei dati", in *Medium*, 23/02/2021. [Online] Available at: theguardian.com/technology/2013/aug/23/tech-giants-data [Accessed 12 April 2024].

EEA – European Environment Agency (2021), *Growth Without Economic Growth – Narratives for Change*. [Online] Available at: eea.europa.eu/downloads/beed0c89209641548564b046abcaf43e/1617707707/growth-without-economic-growth.pdf [Accessed 12 April 2024].

EEB – European Environmental Bureau (2021), *Sufficiency and Circularity – The Two Overlooked Decarbonisation Strategies in the 'Fit for 55' Package*. [Online] Available at: eeb.org/library/sufficiency-and-circularity-the-two-overlooked-decarbonisation-strategies-in-the-fit-for-55-package/ [Accessed 12 April 2024].

EEB – European Environmental Bureau (2020), *A circular economy within ecological limits – Why we need to set targets to reduce EU resource consumption and waste generation in the new Circular Economy Action Plan*. [Online] Available at: mk0eeborgicuypctuf7e.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2020/02/A-circular-economy-within-ecological-limits.pdf [Accessed 12 April 2024].

Ellen MacArthur Foundation (2015a), *Delivering the Circular Economy – A Toolkit for Policymakers*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_PolicymakerToolkit.pdf [Accessed 12 April 2024].

Ellen MacArthur Foundation (2015b), *Growth Within – A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf [12 April 2024].

Ellen MacArthur Foundation (2010), *Towards the Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition.* [Online] Available at: werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf [12 April 2024].

European Commission (2021a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – 'Fit for 55' – Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*, document 52021DC0550, 550 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550&qid=1708525014805 [Accessed 12 April 2024].

European Commission (2021b), *Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')*, document 32021R1119, PE/27/2021/REV/1. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119 [Accessed 12 April 2024].

Fagnoni, R. and Olivastri, C. (2019), "Hardesign vs Softdesign", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 5, pp. 145-152. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/5162019 [Accessed 12 April 2024].

Frosch, R. A. and Gallopoulos, N. E. (1989), "Strategies for manufacturing", in *Scientific American*, vol. 261, n. 3, pp. 144-153. [Online] Available at: jstor.org/stable/24987406 [Accessed 12 April 2024].

Galofaro, L. (2024), "Strumenti per progettare il mondo che verrà | Tools to design the world who come", in *Domus*, n. 1086, p. 72.

Hickel, J. (2019), "Degrowth – A Theory of Radical Abundance", in *Real-World Economics Review*, issue 87, pp. 54-68. [Online] Available at: paecon.net/PAEReview/issue87/whole87.pdf#page=54 [Accessed 12 April 2024].

IEA – International Energy Agency (2023), *Energy Technology Perspectives 2023*. [Online] Available at: iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023/executive-summary [Accessed 12 April 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2023), *Climate Change 2023 – Longer Report.* [Online] Available at: report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf [Accessed 12 April 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), *Climate Change 2022 – Mitigation of climate change – Working Group III 6th Assessment Report*. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/wg3/ [Accessed 12 April 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018), *Global warming of 1.5 °C*. [Online] Available at: ipcc.ch/sr15/ [Accessed 12 April 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *Climate Change 2014 – Mitigation of Climate Change – Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar5/wg3/ [Accessed 12 April 2024].

Kahneman, D. (2007), *Economia della felicità,* Il Sole 24 Ore, Milano.

Kitzes, J., Wackernagel, M., Loh, J., Peller, A., Goldfinger, S., Cheng, D. and Tea, K. (2008), "Shrink and Share – Humanity's Present and Future Ecological Footprint", in *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 363, issue 1491, pp. 467-475. [Online] Available at: doi.org/10.1098/rstb.2007.2164 [Accessed 12 April 2024].

Kries, M. and Eisenbrand, J. (eds) (2024), *Transforms! Designing the Future of Energy*, Vitra Design Museum, Weil am Rhein.

Latouche, S. (2015), *Breve trattato sulla decrescita serena* e *come sopravvivere allo sviluppo*, Bollati Boringhieri, Milano.

Magliocco, A. and Canepa, M. (2022), "Cruscotti a servizio della governance – Monitoraggio di indicatori di prestazione e indicatori aggregati | Governance dashboards – Monitoring of key performance and aggregate indicators", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 36-45. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1232022 [Accessed 12 April 2024].

Mandraccio, L. (2020), "CERN – Paradigma multiscalare | CERN – Multiscalar Paradigm", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 7, pp. 54-63. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/762020 [Accessed 12 April 2024].

MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. [Online] Available at: mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc [Accessed 12 April 2024].

McDonough, W. and Braungart, M. (2013), *The Upcycle – Beyond Sustainability – Designing for Abundance*, North Point Press, USA.

McDonough, W. and Braungart, M. (2002), *Cradle to Cradle – Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, USA.

McDonough, W. and Braungart, M. (1998), "The next Industrial Revolution", in *The Atlantic Monthly*, October issue. [Online] Available at: theatlantic.com/magazine/archive/1998/10/the-next-industrial-revolution/304695/ [Accessed 12 April 2024].

Morton, T. (2010), *Come un'ombra dal futuro – Per un nuovo pensiero ecologico*, Aboca, San Sepolcro (AR).

NCE – New Climate Economy (2018), *Unlocking the Inclusive Growth Story of the 21st Century – Accelerating Climate Action in Urgent Times*. [Online] Available at: newclimateeconomy.report/2018/ [Accessed 12 April 2024].

Ness, D. A. (2023), "Technological efficiency limitations to climate mitigation – Why sufficiency is necessary", in *Buildings & Cities*, vol. 4, issue 1, pp. 139-157. [Online] Available at: doi.org/10.5334/bc.297 [Accessed 12 April 2024].

Ness, D. (2022), "Beyond circularity – Do we need to shrink and share", in Pál, V. (ed.), *Social and Cultural Aspects of the Circular Economy*, Routledge, pp. 194-203. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9781003255246-12 [Accessed 12 April 2024].

Osman, A. (2023), *Per un'economia della sufficienza*, Edizioni Ambiente, Milano.

Pardo, M. (2023), "Innovability – La sostenibilità come driver per innovare i modelli di business", in *8 riflessioni sulla trasformazione – La contemporaneità – Ruolo politico del design e nuove prospettive del progetto*, Edizioni Finoia, Milano, pp. 37-47.

Rawsthorn, A. (2018), *Design as an Attitude*, JRP, Geneva.

Rawsthorn, A. and Antonelli, P. (2022), *Design Emergency – Building a Better Future*, Phaidon, London.

Raworth, K. (2017), *Doughnut Economics – Seven ways to think like a 21st-century economist*, Random House, London.

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogu.s-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Wang-Erlandsson, L., Weber, L. and Rockström, J. (2023), "Earth beyond six of nine planetary boundaries", in *Science Advances*, vol. 9, issue 37, article eadh2458, pp. 1-16. [Online] Available at: doi.org/10.1126/sciadv.adh2458 [Accessed 12 April 2024].

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J. (2009), "Planetary Boundaries – Exploring the Safe Operating Space for Humanity", in *Ecology and Society*, vol. 14, issue 2, article 32, pp. 1-33. [Online] Available at: jstor.org/stable/26268316 [Accessed 12 April 2024].

Rossi, C. (2024), "Design's Energy Transition – Rethinking Products, Reducing Energy, and Redesigning Behaviours", in Kries, M. and Eisenbrand, J. (eds), *Transforms! Designing the Future of Energy*, Vitra Design Museum, Weil am Rhein, pp. 118-127.

Sachs, W. (2023), *Economia della sufficienza – Appunti per resistere all'Antropocene*, Castelvecchi, Roma.

Smil, V. (2023), *Size – How it explains the World*, William Morrow and Company, New York.

Smil, V. (2021), *Energia e Civiltà – Una storia*, Hoepli, Milano.

Stahel, W. R. (1976), *The Potential for Substituting Manpower for Energy*, Battelle Memorial Institute, Geneva.

UN – United Nations (2015a), *Paris Agreement*. [Online] Available at: unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf [Accessed 12 April 2024].

UN – United Nations (2015b), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development.* [Online] Available at: sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf [Accessed 12 April 2024].

WRI – World Resources Institute (n.d.), *Zero Carbon Buildings for All*. [Online] Available at: wrirosscities.org/ZeroCarbonBuildings [Accessed 12 April 2024].