

Kintsugi Thinking

Manutenzione dell'ambiente costruito nell'era ecologica e digitale

di

MASSIMO LAURIA
MARIA AZZALIN

Presentazione di

FEDERICO M. BUTERA

Postfazione di

MARIO LOSASSO

politecnica


MAGGIOLI
EDITORE

Collana STUDI E PROGETTI

Kintsugi Thinking

Manutenzione dell'ambiente costruito nell'era ecologica e digitale

di

Massimo Lauria
Maria Azzalin


MAGGIOLI
EDITORE

Collana STUDI E PROGETTI

direzione *Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli*

coordinamento *Andrea Tartaglia*

comitato editoriale *Chiara Agosti, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, Raffaella Riva, Annamaria Sereni*

comitato scientifico *Marco Biraghi, Luigi Ferrara, Francesco Karrer, Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Jan Rosvall, Gianni Verga*

Massimo Lauria

Maria Azzalin

Questo libro è stato sottoposto a *blind peer review*.

ISBN 978.88.916.6225.5

© Copyright degli Autori.

Publicato nel mese di maggio 2023

Publicato da Maggioli Editore in Open Access with Creative Commons License



Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0)

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli Spa

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2015

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

www.maggiolieditore.it • e-mail: clienti.editore@maggioli.it

INDICE

PRESENTAZIONE

Il futuro dell'abitare, *Federico Butera* 9

INTRODUZIONE 21

1. PARADIGMI, RIVOLUZIONI, INNOVAZIONI 25

1.1 Paradigmi 25

1.2 Rivoluzioni industriali e Paradigma della crescita infinita 29

1.3 Questione ambientale e Paradigma ecologico 34

1.4 Big Shift e Paradigma ecologico, digitale e informazionale 44

References 53

2. TRANSIZIONI, TRASFORMAZIONI 61

2.1 Habitat, abitare 61

2.2 Costruire 70

2.3 Eredità ecologica 77

2.4 Svolta digitale 85

References 94

3. AVER CURA, MANUTENERE 101

3.1 *Homo faber* e manutenzione 101

3.2 Manutenzione e manutenibilità 109

3.3 Manutenzione e progetto dell'esistente 117

3.4 Nuove frontiere della manutenzione 126

References 134

4. OPPORTUNITÀ, SFIDE 141

4.1 Kintsugi Thinking. Apparato Ontologico 141

4.2 Attributi, relazioni 149

4.3 Impatti, strategie, scenari 155

4.4 Cambiamento 162

References 167

POSTFAZIONE

Mario Losasso 173

Il testo restituisce riflessioni critiche che scaturiscono da un percorso di studi che gli autori conducono da diversi anni sui temi della manutenzione, della gestione del ciclo di vita degli edifici e delle connesse applicazioni all'ambiente costruito. Riflessioni maturate nel corso di diverse attività di ricerca che, più di recente, hanno indagato i processi di transizione ecologica e digitale che investono oggi il settore delle costruzioni.

Significative, in questo senso, anche le attività di trasferimento tecnologico di Building Innovative Governance, BIG srl. Startup innovativa e Spinoff Accademico dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria, di cui gli autori sono co-founders e che ha al suo attivo solide collaborazioni con Enti Pubblici, aziende, società di ingegneria. Promuove l'introduzione di processi smart per la sperimentazione, l'attuazione e la diffusione di un sistema di governance innovativa dei patrimoni immobiliari.

Sono da ascrivere ad entrambi gli autori in egual misura le responsabilità relative alla definizione degli aspetti metodologici, la scrittura e l'inquadramento scientifico di tutto il volume. Si riconoscono approfondimenti specifici a Massimo Lauria, relativamente al capitolo 3 "Aver cura, mantenere" e a Maria Azzalin, relativamente al capitolo 4 "Opportunità, sfide".

*Dove si andrebbe a finire se un numero crescente di persone si convincesse
che la loro condizione è disperata ma non seria?
(Paul Watzlawick, 1983)*

PRESENTAZIONE

Il futuro dell'abitare

Federico M. Butera

Immaginare un parco edilizio sostenibile

Massimo Lauria e Maria Azzalin ci propongono una riflessione a tutto campo sul futuro dell'abitare, nella prospettiva della transizione ecologica e digitale, definite giustamente “sfide indissociabili”.

Una riflessione che parte da lontano, dal pensiero dei primi critici del modello di crescita illimitata che caratterizza la nostra cultura e la nostra economia, e che arriva alla necessità di una discontinuità, di un nuovo modello economico e culturale, di un nuovo paradigma in antitesi alla insostenibilità del modello attuale. Un nuovo paradigma all'interno del quale deve evolversi lo spazio dell'abitare. Alla luce di questo nuovo paradigma e delle sfide a cui il settore edilizio è chiamato a rispondere, si può provare a immaginare come dovrebbe, in concreto, svilupparsi. È un tema cruciale e su questo voglio soffermarmi, partendo dagli stimoli offerti dagli autori, e provando a immaginare come deve cambiare l'edificio e chi lo abita, a quali trasformazioni deve essere sottoposto per essere sostenibile in un mondo sostenibile; quel mondo che dovrebbe derivare dal necessario cambiamento di paradigma, un mondo non più governato dal mito della crescita illimitata e dall'uso dei combustibili fossili.

Il passato

Non è la prima trasformazione sostanziale, la prima discontinuità, che l'edificio subisce nella sua lunga storia; una di queste è il vetro alla finestra, che permette di

garantire la contemporanea presenza di luce e aria riscaldata per godere di comfort termico e visivo insieme. Prima non era possibile: l'apertura da cui entrava la luce faceva passare anche l'aria fredda esterna. Non è casuale che solo dopo il vetro alla finestra, separando interno ed esterno senza rinunciare alla luce, potesse nascere una innovazione come la stufa, che scalda l'aria.

Il fuoco del camino invia un flusso di calore radiante, che il nostro corpo intercetta, riscaldandoci; l'aria, però, si scalda molto poco, e appena ci si allontana dalla fiamma il comfort termico sparisce.

Con la stufa è l'aria ad essere calda, in qualsiasi parte della stanza, perché l'aria esterna fredda grazie al vetro non può più entrare.

Da notare che la stufa in un ambiente con il vetro alle finestre fu una innovazione che permise di migliorare le condizioni di comfort termico e visivo senza sottrarre più risorse dall'ambiente, cioè legna, rispetto a prima, quando il comfort termico era affidato al camino, anzi meno.

Infatti, non solo l'ambiente era chiuso al flusso di aria fredda dall'esterno, ma la tecnologia in sé, la stufa, era molto più efficiente del camino. Permetteva quindi una migliore qualità della vita senza aumentare il prelievo di risorse energetiche dall'ambiente, cioè rispettando - come prima - il limite di consumo energetico che derivava dalla velocità di rigenerazione del bosco, da cui si prelevava la legna.

La risorsa energetica era limitata, e bisognava tenerne conto. Questo comportava che si prendessero dei provvedimenti comportamentali adeguati: una sola stanza riscaldata permanentemente, quella più vissuta, la cucina, e le altre riscaldate alla bisogna.

Le fonti fossili tolgono ogni limite

Passano alcuni secoli e viene la liberazione (apparente, sappiamo oggi): il combustibile fossile, subito considerato come fonte energetica illimitata. Ed ecco le innovazioni che ne derivano, a ciascuna delle quali corrisponde un incremento dei consumi energetici: il riscaldamento con caldaie a carbone e termosifoni in tutte le stanze, tenute calde sempre, occupate o no, il gas di città per cucinare e illuminare, e poi l'elettricità che apre la strada agli elettrodomestici, non solo alla luce.

Occorre sempre più energia: ad ogni passo avanti nel comfort domestico si associa un incremento del prelievo di risorse fossili e non solo dall'ambiente.

Vita più comoda, che si associa spesso a comportamenti che portano allo spreco, se ce lo si può permettere, perché non c'è altra limitazione che quella economica, ora che quella energetica è superata. Gli edifici - grazie anche all'innovazione dell'ascensore - diventano sempre più alti e le pareti sempre più leggere e disperdono il calore più di quelle pesanti, spesse, di una volta. Addirittura, diventano tutte di vetro, le facciate. Poco male, tanto riscaldare costa poco e di carbone o petrolio o gas ce n'è quanto ne vuoi.

La perdita del concetto di limite influenza pesantemente il linguaggio architettonico e malgrado si stia riempiendo di reti tecnologiche (riscaldamento, acqua, elettricità, telefono), l'edificio è progettato come se le sue sole funzioni fossero da una parte quella di proteggere dalla pioggia e dal vento, con qualche concessione alla funzionalità degli ambienti interni, e dall'altra quella di veicolare un messaggio, avere un valore estetico e simbolico. Tanto, per renderlo confortevole ci sono gli impianti, appannaggio di qualcun altro, di ordine culturale più basso, l'ingegnere, che deve intervenire a progetto ultimato. (Banham, 1984)

Ma il tempo è galantuomo, come si suol dire, e ad un certo punto si scopre che bisogna cominciare a risparmiare energia, prima per ragioni di sicurezza nazionale (c'è troppa dipendenza dai paesi instabili e inaffidabili, che sono quelli da cui la maggior parte delle risorse fossili proviene) e poi a causa del riscaldamento globale: dobbiamo necessariamente ridurre - in prospettiva azzerare - le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione di combustibile fossile.

Torna la necessità del limite

E allora si scopre che è vero quello che alcuni pionieri predicavano inascoltati da tempo: bisogna progettare l'involucro tenendo conto dell'esigenza di minimizzare i consumi energetici, cioè le emissioni di CO₂. E così i muri devono essere massivi e termicamente isolati, le finestre devono essere ben orientate e dimensionate secondo criteri di ottimizzazione energetica e luminosa, non solo estetici e gli impianti sono parte integrante del progetto. (Olgyay, 1963)

Ma anche gli impianti sono soggetti a una trasformazione, dettata dall'efficienza energetica, e così oggi dalla caldaia che brucia combustibile bisogna passare alla pompa di calore alimentata da elettricità, e dalla lampada a incandescenza a quella a LED.

E poi c'è il tetto, che deve ospitare i pannelli fotovoltaici, con l'energia elettrica che può essere condivisa in una comunità energetica, o usata individualmente, con l'aiuto di un sistema di accumulo a batteria, che deve trovare posto. Per non dire della nuova funzione che si sta pensando di assegnare all'auto elettrica, cioè quello di mettere la sua batteria a servizio dell'edificio, nei periodi in cui l'auto è ferma, svolgendo così la funzione di accumulo distribuito. E così l'edificio diventa "prosumer" non solo consumatore ma anche produttore di energia. E lo diventa nell'ottica implicita di ripristinare l'antica condizione secondo la quale la quantità di risorse che si usava per costruire un edificio, mantenerlo e creare le condizioni di comfort al suo interno doveva essere pari o minore della quantità che il territorio era in grado di fornire con continuità.

Il nuovo paradigma, in fondo, recupera il principio che governava le società prima del fossile: l'innovazione deve essere capace di migliorare la qualità della vita grazie a una maggiore efficienza nell'uso della risorsa di cui si avvale, non grazie ad un aumento del prelievo della risorsa stessa. In questa direzione si muovono anche gli sviluppi della "building automation", il cervello e il sistema nervoso del nuovo organismo "edificio", con le prospettive che si aprono grazie all'impiego della Intelligenza Artificiale, con la sua capacità di apprendere dai modi d'uso, dal clima e dalle risposte dell'edificio, e di regolare di conseguenza il funzionamento degli impianti e dei sistemi di protezione solare in modo ottimale.

L'edificio si evolve, e grazie a questa evoluzione permette di migliorare ulteriormente il comfort di chi lo abita senza aumentare la domanda di risorse, sostituendo energia con informazione.

L'edificio nel tessuto urbano

E non basta, perché non bisogna dimenticare che alle funzioni dell'edificio, alla distribuzione spaziale alla scala urbana di queste funzioni, è legata la mobilità motorizzata con le emissioni ad essa collegata (Butera, 2022). Più il luogo di lavoro, i negozi che vendono beni di prima necessità quotidiana o quasi, i bar, le scuole, i parchi, i servizi sanitari territoriali e altri servizi di frequente uso sono lontani da casa, più chilometri si devono percorrere in automobile per raggiungerli.

E se si considera che per ridurre l'uso dell'automobile occorre riorganizzare questi servizi in modo che tutto ciò che serve spesso sia "a portata di piede", cioè

sia a una distanza - a piedi - non superiore a una decina di minuti (Parigi propone la città dei 15 minuti) da ogni abitazione, allora occorre che gli edifici si adattino, che garantiscano quello che si chiama uso misto del suolo.

Non si può non notare che nel concetto di “città dei 10 minuti” (o cinque, come l’urbanistica sostenibile suggerisce) si ritorna a quel modello di città, o meglio di quartiere, che è esistito per millenni ed è stato abbandonato a causa dell’avvento dell’automobile: un quartiere in cui ci si muoveva solamente a piedi, perché la carrozza era solo per i più ricchi, e tutto ciò che serviva di frequente doveva essere raggiungibile in poco tempo da ogni abitazione. La città dei 10 minuti ricalca quindi, per quanto riguarda i servizi di prossimità, la città come è stata per millenni.

E lo è stata per millenni anche perché era sostenibile, perché teneva conto dei limiti, in questo caso dello spazio e del tempo.

Materiali, economia circolare e sobrietà

E con tutto questo possiamo avere l’edificio sostenibile? No, c’è un altro passaggio per trasformare il parco edilizio esistente che è responsabile di più di un terzo delle emissioni totali europee e nazionali di CO₂.

È il passaggio che riguarda le emissioni incorporate nei materiali edili e l’estrazione di risorse per renderli disponibili, e per superarlo viene in aiuto il cambiamento di paradigma, il cui cuore è l’economia circolare, che si propone come strumento per garantire benessere equamente distribuito senza danneggiare l’ambiente, declinata anche in termini di Kintsugi Thinking.

Infatti, la parola chiave, ci suggeriscono gli autori, è “cura”, manutenzione. Ed è anche la parola chiave dell’economia circolare, che si basa sul principio secondo cui qualsiasi prodotto (e l’edificio come prodotto e insieme di prodotti non fa eccezione) deve essere progettato in modo da garantire il minimo di impronta di gas serra (emissioni incorporate) e di materiali, da essere durevole, riparabile, riusabile, rigenerabile e - alla fine del suo ciclo di vita - riciclabile.

Cioè occorre aver cura del prodotto, grazie a una continua attenzione e manutenzione, per estenderne la vita il più possibile.

L’economia circolare si applica non solo all’edificio, ma anche a chi lo abita, e applicarla significa ritornare (ancora una volta questa parola, ritornare) a considerare la sobrietà come un valore, ri-sposare il principio di sufficienza.

Il che non significa soffrire, mancare di qualcosa, al contrario significa liberarsi dal condizionamento del consumismo compulsivo che spinge al modello estrai-produci-usa-getta. Significa uscire dalla cultura secondo la quale la qualità della vita è misurata dalla quantità di oggetti di cui si dispone, non dalla loro qualità, cioè significa ribellarsi a un padrone avido che vuole solo vendere, vendere, vendere, per accumulare ricchezza fine a sé stessa, e ci plagia.

Ritornare, si diceva, perché la sobrietà, o la temperanza, erano catalogate fra le virtù già da Platone, e l'avidità - la capacità di arricchirsi sempre più e più rapidamente, che è oggi considerata un pregio, un indicatore di successo nella vita - era già condannata da Aristotele.

Egli distingueva *oikonomia* (l'arte di amministrare la casa) da *crematistica* (la scienza che si occupa della ricchezza prescindendo dalla distribuzione e dal suo consumo), e scriveva. «Una sola forma d'acquisizione fa parte per natura dell'arte d'amministrare la casa perché bisogna o che ci sia o ci pensi tale arte a procurarla, quella provvista di beni necessari alla vita e utili alla comunità dello stato o della casa. Sono questi beni che pare costituiscano la ricchezza vera. E in realtà la quantità di siffatti beni sufficienti alla vita beata non è illimitata C'è un'altra forma d'acquisizione che in modo particolare chiamano, ed è giusto chiamare, crematistica, a causa della quale sembra non esista limite alcuno di ricchezza e di proprietà Causa di questo stato mentale [quello di quelli che accumulano ricchezze] è che si preoccupano di vivere, ma non di vivere bene, e siccome i loro desideri si stendono all'infinito, pure all'infinito bramano mezzi per appagarli. Quanti poi tendono a vivere bene, cercano quel che contribuisce ai godimenti del corpo e poiché anche questo pare che dipenda dal possesso di proprietà, tutta la loro energia si spende nel procurarsi ricchezze».

Discontinuità culturale e abbandono del modello economico attuale

Il fatto è che l'uscita dalla logica dell'accumulo o del consumismo implica una rivoluzione, una discontinuità prima di tutto culturale, che si deve trasferire anche al modello economico.

Una economia che pone al centro di tutto la massimizzazione del profitto, costi quello che costi, e nel più breve tempo possibile è in antitesi con una economia della cura, della manutenzione, che invece guarda ai tempi lunghi.

Quindi nel nuovo paradigma non hanno spazio edifici progettati e costruiti per costare il meno possibile ed essere realizzati nel minor tempo possibile (fattori fra loro collegati), di pessima qualità, che ti si sgretolano sotto gli occhi, che costa di più mantenerli che abatterli e rifarli.

Edifici usa-e-getta, nati per non durare, in cui il sapere e gli investimenti sono concentrati sulla costruzione, sulla produzione, non sulla manutenzione, in linea con il consumismo imperante, con la crescita illimitata. Edifici visti come prodotti industriali e non come abiti su misura.

Nel quadro del “profitto grande e subito” non c’è posto per una visione che mette nel giusto risalto, anche puramente economico, il valore degli investimenti che permettono di ridurre i costi di esercizio.

Come non ci si rendeva (non ci si rende conto) che spendere di più per l’isolamento termico si traduce nello spendere di meno per il riscaldamento, così spendere di più per un edificio progettato tenendo conto dei costi della manutenzione significa spendere di meno per quest’ultima. La resistenza al passaggio dall’attuale paradigma a quello nuovo è grandissima, e sostenuta da attori economici e finanziari potenti, ma per fortuna c’è un altrettanto potente attore che invece spinge per il cambio di paradigma, ed è l’Unione Europea attraverso l’attuazione del Green Deal.

La nuova direttiva sull’efficienza energetica degli edifici, che ne rappresenta una articolazione, fissa delle date ultimative per il progressivo efficientamento energetico degli edifici, in modo da arrivare al 2050 con un parco edilizio a basso consumo energetico, con l’energia fornita da fonti rinnovabili.

Se si fanno i conti economici con l’approccio usuale, miope, è un’operazione che dissangua lo stato e i cittadini, a causa del suo costo e dei lunghi tempi di ritorno dell’investimento.

Tutto ciò se il calcolo si fa solo sulla base del costo dell’energia.

Se però si aggiunge anche il valore economico della riduzione degli eventi meteorologici estremi (alluvioni, frane, siccità, ondate di calore), che hanno un costo pagato dalla collettività, il valore della sicurezza energetica, della indipendenza (abbiamo visto cosa ci costa essere stati fortemente dipendenti dal gas russo, meglio sarebbe stato spendere in impianti solari o eolici invece che in armi), allora il tempo di ritorno si accorcia enormemente.

Se poi si aggiunge il fatto che un edificio che consuma poco riduce il costo dell'energia e quindi va nella direzione della riduzione della povertà energetica, che affligge una non irrilevante parte degli italiani e degli europei, cade qualsiasi perplessità circa l'opportunità che lo stato si faccia carico di buona parte degli investimenti che la maggior parte dei cittadini non può permettersi di affrontare.

Bisogna uscire dalla contabilità di bottega.

Nessuno pretende che il servizio sanitario nazionale produca profitto per lo Stato, perché curare un individuo malato non è solo un dovere morale ma garantisce anche che, una volta guarito, l'individuo contribuisca alla prosperità del suo paese con il suo lavoro, che non ci sarebbe se morisse, e si evita che l'investimento fatto sulla sua persona, non ultimo quello dell'istruzione, vada perduto. Lo stesso ragionamento va fatto per il pianeta Terra, che è malato, e dobbiamo curarlo.

Dobbiamo curarlo senza pretendere che il denaro speso per la cura abbia un ritorno economico a breve come qualsiasi altra attività produttiva, perché - come le persone malate - gli ecosistemi malati ci ricompenseranno con il lavoro che torneranno a fare, che non faranno se non li guariamo, e non perderemo i risultati del lavoro che hanno fatto finora.

Il Digital Twin del progettista

Un piano di efficientamento energetico su tutto il parco edilizio nazionale presenta difficoltà non indifferenti e pericoli. Uno dei pericoli, purtroppo preso in considerazione da pochi, è quello derivante dalla capacità dei progettisti di elaborare progetti che riescano a minimizzare costi e massimizzare l'efficienza.

Per ottenere questo risultato occorrono competenze piuttosto raffinate e altrettanto raffinati strumenti di calcolo e valutazione, primo fra tutti la simulazione dinamica del comportamento energetico dell'edificio, abbandonando il metodo attualmente usato per l'APE (Attestato di Prestazione Energetica), pensato e sviluppato in tempi in cui un costosissimo mega-calcolatore aveva la stessa potenza di calcolo che ha oggi il telefonino che abbiamo in tasca. Per questo si sviluppò un metodo di calcolo semplificato, adatto alla scarsa potenza dei PC di allora, sacrificando la precisione - e per i calcoli estivi addirittura l'affidabilità - alla capacità di calcolo che si poteva trovare nello studio di un professionista medio, che era piccola ma che oggi è infinitamente maggiore.

Ma questo non basta, perché bisognerebbe - si è detto - anche garantire che i materiali e i componenti usati nell'edificio ristrutturato siano caratterizzati dalla minima impronta di carbonio e di materiale e, in coerenza con i principi dell'economia circolare, che siano durevoli, riparabili, riusabili e riciclabili. Per introdurre questi criteri nella progettazione occorrono da una parte normative adeguate e dall'altra capacità progettuali adeguate.

La quantità di progettisti con le caratteristiche richieste è certamente di molto inferiore a quella che servirebbe per operare sull'intero parco edilizio in un arco di tempo che inizia oggi e si chiude prima del 2050; né una sia pure vigorosa azione di formazione potrebbe - con ogni probabilità - superare il problema.

La soluzione sta forse nella Intelligenza Artificiale. Non è impensabile abilitare una IA architetto/ingegnere che, potendo accedere a un grandissimo data base e ai modelli di simulazione, opportunamente addestrata possa produrre soluzioni progettuali ottimizzate dal punto di vista tecnico-economico e coerenti con i principi dell'economia circolare, che poi potrebbero essere raffinate e adattate da professionisti "umani" per rispondere a esigenze sociali, culturali ed estetiche. Cioè, non solo ci si avvale di un Digital Twin, di un gemello digitale dell'edificio, ma anche di un Digital Twin del progettista, che garantisca il progetto di un edificio durevole, riparabile, riusabile, rigenerabile e riciclabile.

Resilienza, coevoluzione, complessità e decrescita

Un altro aspetto da considerare è quello della resilienza, in coerenza con il Kintsugi Thinking, ci fanno osservare gli autori. E stiamo parlando di resilienza definita come per sistemi ecologici, cioè della capacità di subire trasformazioni anche strutturali, mantenendo l'identità e le funzioni principali. È ciò che avviene in tutti i processi evolutivi, che implicano una coevoluzione del sistema e dell'ambiente in cui il sistema si trova e con il quale interagisce.

Quando diciamo che cambia l'edificio, non possiamo ignorare che contemporaneamente sta cambiando anche l'ambiente nel quale di trova, cioè il quartiere, la città, fisicamente. Un esempio. Condizionare un edificio, in estate, implica peggiorare le condizioni dell'ambiente circostante, perché il condizionatore espelle aria calda che immette nell'ambiente, che quindi si riscalda, e occorre più energia per condizionare e più calore, in corrispondenza, viene immesso nell'ambiente.

È una spirale perversa che a un certo punto raggiunge un equilibrio a un valore di temperatura ambiente (esterno) maggiore di quella che si avrebbe senza il condizionamento degli edifici, contribuendo alla cosiddetta isola di calore urbana. Un edificio ben progettato (o ristrutturato) avrà una domanda di energia per il condizionamento, in estate, minore di quella di un edificio mal progettato. Un quartiere di edifici ben progettati, quindi, immetterà nell'ambiente meno calore (quello espulso dai condizionatori), riducendone l'incremento di temperatura. Ecco che ambiente (la temperatura dell'aria del quartiere) e sistema (edifici) sono soggetti a un processo di coevoluzione. Se poi trasformando le funzioni degli edifici si riesce a garantire la "città dei dieci minuti" grazie all'uso misto del suolo, ecco che si riduce il parco macchine (non avrebbe senso andare in auto se a piedi si fa prima, e quindi la si usa tanto di rado che non la si compra, semmai quando serve si usa il car sharing) e si può ridurre l'ampiezza della sede stradale e piantare alberi, che abbassano la temperatura, temperando l'onda di calore. Ma non solo, essendo più fresco, si usa meno il condizionamento e si immette meno aria calda. E temperando le onde di calore si protegge la salute e si riduce la mortalità dei soggetti più fragili, i malati, i vecchi e i bambini. Insomma, il parco edilizio è un sistema complesso e come tale si evolve trascinandosi impatti sulle numerosissime connessioni che ha al suo interno e con fattori esterni, che a loro volta hanno un impatto sul parco edilizio stesso. Connessioni che non sono solo di natura biofisica ma anche di natura sociale ed economica. Lo sono perché l'adozione dei principi dell'economia circolare, non solo nel parco edilizio ma in tutto il metabolismo urbano, implica una svolta culturale che parte dagli stili di vita che occorre siano orientati alla sobrietà, alla uscita dal mito della crescita illimitata dell'estrazione di risorse dall'ambiente, e quindi all'uscita dalla illusione della possibilità del *decoupling* assoluto, il disaccoppiamento fra crescita del PIL e crescita dell'impatto ambientale. A un PIL crescente, in una società consumistica, governata dal modello estrai-usa-getta, è inestricabilmente legata una crescita della estrazione di risorse dall'ambiente. Il *decoupling* assoluto sul lungo periodo è intrinsecamente impossibile perché in contrasto con il secondo principio della termodinamica. (Butera, 2021)

Da qui l'inevitabile cambiamento dell'atteggiamento di fronte alla decrescita - intesa come decrescita della estrazione di risorse e limitata ai paesi sviluppati - che non deve più essere considerata come un tabù come del resto dice anche Papa Francesco nella sua *Laudato si*.

Vasi di Pandora

Infine, non posso non citare un passo di questo libro. «La transizione digitale accompagnata indissolubilmente da quella ecologica, introduce di fatto un punto di svolta, un diverso modo di considerare la realtà.... Il digitale, di questa nuova dimensione informazionale rende possibili evoluzioni inimmaginabili». Lo cito per evidenziare l'estrema importanza di questo tema, giustamente messo in grande evidenza, e per metterlo in relazione a quanto scritto da Thomas Friedman sul New York Times «Ultimamente ho pensato molto ai vasi di Pandora, perché noi Homo sapiens stiamo facendo qualcosa che non abbiamo mai fatto prima: sollevare contemporaneamente i coperchi di due giganteschi vasi di Pandora, senza avere la minima idea di cosa potrebbe uscire. Uno di questi vasi di Pandora è etichettato come “intelligenza artificiale”. L'altro si chiama “cambiamento climatico”». (Friedman, 2023) Inquietante, molto inquietante.

References

- Banham, R. (1969) *The Architecture of the Well-Tempered Environment*, The Architectural Press, London / The University of Chicago Press
- Butera, F.M. (2021) *Affrontare la complessità - Per governare la transizione ecologica*, Edizioni Ambiente, Milano
- Butera, F.M. (2022) *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Ed. Ambiente, Milano
- Friedman, T.L. (2023) *We Are Opening the Lids on Two Giant Pandora's Boxes*, The New York Times, May 2
- Olgyay, V. (1963) *Design with Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princeton University Press, Princeton. Edizione Italiana a cura di Los, S. (1990) *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova

INTRODUZIONE

Ridare vita a oggetti rotti, in particolare a pentole, tazze e ciotole, è il principio che i Maestri Zen hanno posto alla base dell'antica arte giapponese dell'aggiustare - il Kintsugi - che consiste nel riparare ceramiche, utilizzando l'oro per rinsaldarne i frammenti.

Prendersi cura in tal modo di ciò che è stato danneggiato rende unico ogni pezzo grazie alla casualità delle linee di frattura e alle relative irregolari decorazioni che il metallo forma nel ripararle. Le crepe, che prima erano punti fragili da nascondere, le fratture stesse, quelle più evidenti, vengono messe in valore ed enfatizzate. All'oggetto rotto, riparato, viene offerta una nuova opportunità, una nuova promessa di vita da cui può derivarne una storia ancora più preziosa.

Sarebbe tuttavia riduttivo considerare il Kintsugi solo una tecnica di restauro e ancor meno una nostalgica pratica artistica.

Gli si deve attribuire viceversa un forte valore simbolico.

Come spesso accade nella cultura orientale, per la quale la tecnica non appare mai disgiunta da una componente spirituale, il Kintsugi è metafora di resilienza, esprime la capacità dell'individuo di affrontare nel corso della propria vita rotture, crisi e cambiamenti, traendone possibili nuove opportunità.

Analogamente i medesimi principi, per estensione, possono essere associati e applicati al paesaggio, alle città e ai suoi edifici che, nel corso del proprio "ciclo di vita" - volendo utilizzare termini tipici del lessico della terotecnologia - sono soggetti a invecchiamento, degrado naturale e obsolescenza; ma, e purtroppo sempre più spesso, anche ad eventi eccezionali dovuti ai cambiamenti climatici o, in generale, all'azione e/o reazione della natura che ne disvelano, appunto, le fragilità intrinseche e ne determinano punti di frattura.

Il Kintsugi Thinking - sintesi dialettica provocatoria e reazionaria, che da queste premesse matura - assume e fa propri gli approcci tipici del “pensiero laterale”, ovvero l’osservazione del problema da angolazioni diverse, altre, spesso non convenzionali. (De Bono, 1970)

Traslato e applicato al settore delle costruzioni, afferma in definitiva l’ambizione di suggerire ai diversi attori coinvolti, l’invito non solo a cambiare il punto di osservazione attraverso il quale conoscere e interpretare l’ambiente antropico e naturale, ma definisce anche le metriche per un utilizzo più pervasivo di approcci teorici, metodi e strumenti applicativi in grado di istruirne la sua conservazione e le sue trasformazioni, secondo rinnovati principi di sostenibilità e resilienza.

Non vuole essere una nuova teorizzazione o una diversa strategia, né, tantomeno, un’ennesima apparecchiatura operativa.

È, piuttosto, una chiave di lettura che si esplicita attraverso un apparato ontologico i cui caposaldi teorici, ovvero le sue entità costituenti, sono la dimensione dell’aver cura, la dimensione ecologica, la dimensione digitale, la dimensione informazionale.

Tali dimensioni, nonché l’esplicitazione dei relativi attributi e delle reciproche relazioni, assumono il ruolo di vettori interpretativi degli scenari attuali, degli impatti noti e di quelli futuri - prevedibili - delle strategie utilizzabili per intervenire, considerando prioritarie opportunità e sfide centrate sull’idea-esigenza di operare nell’ambito di un grande progetto rigenerativo degli habitat basato essenzialmente sull’attivazione di azioni coordinate e consapevoli di manutenzione dell’ambiente costruito.

Emergono, quali concetti di valore generali e trasversali che sostengono i principi ispiratori del Kintsugi Thinking: resilienza - sostenibilità - centralità dell’uomo.

Si tratta dei medesimi principi riconosciuti come fondativi nel rapporto della Unione Europea Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry (EU, 2021) in cui vi si afferma l’ambivalente urgenza di orientare la trasformazione già in atto, ecologica e digitale.

Un ponte e un’alleanza tra passato e futuro, tra tradizione e innovazione, tra cultura artigianale e processualità industriale, tra salvaguardia dell’ambiente e sviluppo, tra economia della produzione ed economia della conoscenza, che consenta di riguardare l’obiettivo di una Collaborative Industry e di una Super Smart Society caratterizzate entrambe dalla cooperazione intelligente - coopetition - tra macchine ed esseri umani.

Capace, in ultima istanza, di accompagnare il passaggio dall'industria digitale alla società digitale e dell'informazione, in uno scenario di transizione giusta. (UNFCCC COP 24, 2018)

Quel che sembra doversi truardare è un cambiamento strategico, rivoluzionario, radicale, di paradigma. (Watzlawick et alii, 1974)

È questo lo scenario nell'ambito del quale appare definitivamente configurarsi l'attuale Paradigma Ecologico & Digitale già peraltro dinamicamente proteso verso l'assunzione di un nuovo carattere, informazionale, che declinato nell'alveo originario dell'Economia della conoscenza configura una nuova, immanente risorsa strategica.

Affermano Joi Ito e Jeff Howe, che fare innovazione richiede, tuttavia, un modo totalmente nuovo di pensare: un'evoluzione cognitiva di portata uguale a quella di un «quadrupede che impara a stare in piedi sulle zampe posteriori». (Ito and Howe, 2016)

Si tratta di una sfida che è anche responsabilità.

Secondo Edgar Morin, vi è in gioco, l'affermazione di un umanesimo rigenerato e planetario che attinga contemporaneamente alle sorgenti dell'etica, alla solidarietà e alla responsabilità presenti in ogni società umana. (Morin, 2012)

Un umanesimo che del Kintsugi Thinking ne è sfondo culturale e ideologico. L'humus necessario affinché nuove, forse antiche, sensibilità ambientali possano istruire e governare le azioni di trasformazione, cura e manutenzione dell'ambiente costruito.

References

- De Bono, E. (1970) *Lateral Thinking: A Textbook of Creativity*, Ward Lock Education, East Grinstead. Edizione italiana a cura di Brunelli, F. (1998) *Il pensiero laterale*, BUR, Milano
- EU Commissione Europea (2021) *Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*
- Ito, J. and Howe, J. (2016) *Whiplash - How to survive our faster future*, Grand Central Publishing, New York. Edizione italiana a cura di Vegetti, M. (2017) *Al passo col futuro. Come sopravvivere all'imprevedibile accelerazione del mondo*, Egea, Milano
- Morin, E. (2012) *Pensare la complessità. Per un umanesimo planetario*, Mimesis, Milano
- UNFCCC COP24 (2018) *Dichiarazione per la solidarietà e la transizione giusta*, Katowice
- Watzlawick, P.; Weakland, J.H. and Fisch, R. (1974) *Change. Principles of problem formation and problem resolution*, Norton&company, New York. Edizione italiana a cura di Ferretti, M. (1978) *Change: sulla formazione e la soluzione dei problemi*, Roma, Astrolabio

1. PARADIGMI, RIVOLUZIONI, INNOVAZIONI

1.1 Paradigmi

Cambio di paradigma è, oggi, con ogni probabilità, tra le espressioni più ricorrenti che economisti, analisti, storici, antropologi, sociologi e studiosi in genere evocano nell'interrogarsi sulle prospettive di crescita e sviluppo della società e sulla sopravvivenza stessa dell'uomo e del pianeta Terra.

È come se un cambio radicale delle prassi correnti e dei relativi statuti potesse portare con sé una sorta di “reset ontologico”, di “reboot generale”, delle questioni attualmente irrisolte.

Si vorrebbe riconoscere, in tal modo, la possibilità che nuovi strumenti e nuovi approcci siano in grado di attivare rivoluzioni virtuose capaci di traguardare rinnovati obiettivi etici e di sostenibilità.

Quel che oggi sembra essere chiaro, finanche agli studiosi più conservatori, è che stiamo sperimentando - ancora una volta - un cambio di passo nella storia dell'umanità. Condizione che soventemente e con ciclicità ha già attivato, nel passato, l'esigenza di ricorrere alla locuzione “cambio di paradigma” per descriverne le dinamiche evolutive e dunque il concetto stesso che le sostanzia.

Un concetto - quello di paradigma - a sua volta utilizzato sia quale risposta all'aspirazione di modificare i principi riconosciuti e vigenti che caratterizzavano una determinata fase di sviluppo della società, che quale ausilio identificativo e classificatorio per assumere, in un unico quadro concettuale riferito ad un preciso periodo, i diversi approcci nel campo degli studi socio-umanistici e di quelli tecnico-scientifici.

Tale azione è consistita, e consiste tuttora, nel ridurre la variabilità e la presenza di possibili combinazioni a un numero minore di categorie, caratterizzate e coerenti, tali da fornire delle alternative tra cui operare un nuovo posizionamento scientifico-culturale.

Il termine *paradigma* ha assunto nel tempo una duplice derivazione interpretativa: una antica, di natura filosofica, e una, più recente, di natura linguistica, applicandosi parimenti a tutti gli ambiti della logica, della scienza e della prassi.

Nell'interpretazione filosofica antica, Platone utilizzava il termine greco *paradeigma* per designare un "modello intellegibile" di cui le cose sono copie o "esempio" e di cui ci si serve per illustrare le transeunti realtà sensibili.

Socrate, nell'Apologia, lo utilizzava con il significato di esempio o caso esemplare, e Aristotele assumeva *paradeigma* come termine tecnico della logica e della retorica, col significato di "argomento fondato su un esempio" o "induzione retorica". L'argomento, cioè, che si trae da un caso noto per illustrare, grazie alla pregnanza dell'esempio che si è scelto, una condizione meno nota o totalmente ignota.

Sul piano linguistico, Ferdinand De Saussure affermava che gli elementi di un sistema si possono correlare sulla base di due dimensioni, una sintagmatica ed una paradigmatica. Colui che parla emette suoni uno dopo l'altro in una sequenza lineare e questa è la dimensione sintagmatica. In parallelo, ad ogni suono corrisponde un elemento che, correlato ad altri sul piano logico, definisce la dimensione paradigmatica del linguaggio. Tuttavia, mentre la narrazione effettiva (sintagma) è esplicita, il database di opzioni a cui si attinge per comporre detta narrazione (paradigma) è implicito. (De Saussure, 1916)

Da un punto di vista epistemologico, il concetto moderno di paradigma è, tuttavia, introdotto qualche decennio dopo, nell'ambito delle scienze naturali, da Thomas Samuel Kuhn, fisico, storico, filosofo e epistemologo. Questi, ponendolo in relazione al contesto storico-sociale, lo definisce come un insieme di conquiste scientifiche universalmente riconosciute, le quali, per un certo periodo delimitano ambiti di indagine e soluzioni accettabili a coloro che praticano un certo campo della scienza. (Kuhn, 1962)

Quasi contestualmente, il filosofo, sociologo e storico della filosofia e della scienza, Michel Foucault riprende il concetto omologo di "episteme", assunto dalla tradizione filosofica classica fino ad Hegel, attribuendogli il valore di un "a priori storico", a partire dal quale certe scienze e certe filosofie si sono sviluppate.

Egli introduce l'efficace metafora secondo cui certi periodi possono essere identificati attraverso alcuni sistemi di pensiero, proprio come succede in archeologia con i reperti associati alle diverse stratificazioni del terreno. (Foucault, 1966)

In generale, il passaggio ad un nuovo paradigma - il cosiddetto cambio di paradigma - realizza nei fatti, riprendendo le teorie di Thomas Kuhn, una sorta di riorientamento del pensiero. «Un nuovo paradigma si impone quando l'evidenza accumulata dimostra alla comunità scientifica di riferimento l'inadeguatezza di quello vigente». (Kuhn, 1962)

Alla decisione di abbandonarne uno corrisponde sempre quella di accettarne un altro, ed il giudizio che porta a quella decisione implica sia il confronto tra il paradigma vigente e il nuovo, che tra questi e la realtà.

E ciò, sia che si tratti di maneggiare dati già a disposizione ponendoli in relazioni differenti, sia che se ne strutturino di nuovi.

In questa prospettiva, il significato di paradigma a cui ci si riferisce, coniuga la natura ontologica di "modello intellegibile" della realtà con quella semantica di "enunciato linguistico", accogliendone i principi fondativi. Più in particolare, con riferimento all'ambito delle dinamiche evolutive della cultura socio-tecnica riferita alle trasformazioni antropiche dell'ambiente, tale articolata accezione verrà utilizzata nel corpo di questo volume, per una lettura del dibattito disciplinare, inserito in un contesto socio-politico ed economico più vasto, storicamente caratterizzato, come noto, dalla ricerca e successiva proposizione di indirizzi per la crescita e lo sviluppo.

Indirizzi generali che, contrassegnati da livelli differenti di pervasività all'interno dei processi di trasformazione del costruito, sostenuti da una forte connotazione scientifica e teoretica, nonché innescati dalle grandi tematiche via via emergenti - prima tra queste la questione ambientale - trovano, di fatto, corrispondenza, in precisi enunciati paradigmatici. (Lauria e Azzalin, 2021)

Nell'avvicinarsi tra loro, questi ultimi, sono risultati, in alcuni periodi, sovrapponibili e interagenti, in altri, autonomi e sostituibili linearmente. Hanno, comunque, sempre tratto linfa dal corrispondente dibattito scientifico, culturale nonché economico e sociale.

La storia insegna, in generale, che le diverse tappe di sviluppo e trasformazione, normalmente innescate a partire da brevi periodi di caos, raggiungono la stabilità nel

tempo, quando un nuovo consenso prende forma intorno ad un differente o innovato paradigma che avvalorava ciò che prima era inaccettabile o non ipotizzabile per una data comunità scientifica nell'ambito dell'evoluzione della propria disciplina.

In tal senso, sempre secondo Khun, sarebbero riconducibili a mutamenti di paradigma anche le rivoluzioni scientifiche che si svilupparono a partire dal 1500.

Secolo caratterizzato da una profonda trasformazione nel modo di sentire, da un nuovo rigoroso metodo di ricerca scientifica che portò avanzamenti nello studio della matematica, della fisica, dell'astronomia, della biologia, dell'anatomia umana e della chimica, modificando la visione della società riguardo al rapporto con la natura.

Si elaborarono nuovi principi e nuove teorie che presero il posto di quelle tradizionali: dall'uniformità e la regolarità della natura, secondo cui i fenomeni avvengono nel rispetto di leggi che non cambiano mai, all'inerzia e alla relatività dei movimenti.

Cambiò anche il rapporto tra la conoscenza teorica e l'applicazione pratica delle teorie medesime. Si passò dalle "rivoluzioni degli astri celesti" di Copernico (1543) ai successivi "principi matematici di filosofia naturale" di Newton (1687); dalle teorie e leggi fisiche sull'accelerazione di gravità, di Galilei (sviluppate tra il 1589 e il 1592) al moto dei pianeti di Keplero (sviluppate tra il 1608 e il 1619).

Da allora e per tutto il corso della storia moderna, la fede nel progresso scientifico segna la rotta verso cui si muoverà l'umanità, alimentando non solo le rivoluzioni scientifiche e quelle del pensiero, ma anche le innovazioni tecnologiche e, con queste, le trasformazioni socioculturali ed economico-produttive, ponendole in strettissima relazione le une con le altre, determinando, in tal modo, il configurarsi e il progressivo avvicinarsi di diversi Paradigmi.

Innescate in generale da eventi di portata planetaria, ed espressione al contempo degli assunti dominanti, tali evoluzioni del pensiero, della tecnica e della società, insieme, hanno alimentato nel corso della storia la genesi e l'affermazione del Paradigma della Crescita Infinita prima, del Paradigma Ecologico dopo, nonché il suo attuale riconfigurarsi in una dimensione altra, poliedrica e tuttora in dinamica evoluzione.

Questa, nell'associare alle due accezioni - ecologica e digitale - già unanimemente assunte, una terza - informazionale - emergente, sembra voler (ri)affermare l'eredità silente della responsabilità dell'uomo verso l'uomo e dell'uomo verso l'ambiente, nonché i sottesi principi della cura e della resilienza.

1.2 Rivoluzioni Industriali e Paradigma della Crescita Infinita

L'espressione rivoluzione industriale, già utilizzata probabilmente negli anni Venti del XIX secolo, fu sicuramente citata, secondo lo storico Fernand Braudel nel 1837 dall'economista francese Adolphe Blanqui per designare il generale processo di sviluppo che aveva portato alla trasformazione della società, da un sistema agricolo-artigianale-commerciale ad un sistema industriale moderno. (Braudel, 1982)

Utilizzata successivamente da altri autori, Friedrich Engels (1845), John Stuart Mill (1848), Karl Marx (1867), fu definitivamente introdotta, verso la fine del XIX secolo, da Arnold Toynbee e posta in stretta relazione con il processo di sviluppo e trasformazione socio-tecnica che interessò soprattutto il settore tessile-metallurgico. (Toynbee, 1884)

La relativa meccanizzazione della produzione, grazie alla dirompente invenzione della macchina a vapore, segnò infatti l'avvio, tra il 1760 e il 1830, di quella che fu definita Prima Rivoluzione Industriale.

Lo stesso Arnold Toynbee, in ragione del carattere profondamente radicale delle trasformazioni che ne seguirono, ne individuava quali elementi centrali proprio le innovazioni tecnologiche e scientifiche che a quell'epoca, non solo ebbero risvolti economici, ma investirono contemporaneamente e pesantemente sia la sfera sociale che quella culturale. (Toynbee, 1884)

Tali teorie furono riprese in seguito da altri studiosi per definirne evoluzione e cronologia confermando, in tempi più recenti, che i motivi che danno slancio alle rivoluzioni del pensiero nonché alle evoluzioni sociali sono da porre in relazione con le innovazioni tecnologiche e scientifiche che vengono concretamente sperimentate nel corso degli eventi. (Ashton, 1948; Gille, 1978; Holton, 1984; Brynjolfsson and McAfee, 2014)

Un assunto già chiaro, a partire dalla Prima Rivoluzione Industriale, ribadito, peraltro, dall'affermazione della Seconda che, come è noto, raggiunse il suo pieno sviluppo negli ultimi decenni del XIX secolo, proprio con l'introduzione, anche questa dirompente, dell'elettricità e del petrolio come nuove fonti energetiche.

Innovazioni latrici di immense opportunità economiche e di sviluppo, ma che al tempo stesso, come afferma Federico Butera, si sarebbero rivelate nel corso dei decenni successivi, destabilizzanti gli equilibri sociali e ambientali. (Butera, 2022)

Due tappe fondamentali, quelle delle prime rivoluzioni industriali, alle quali - in ragione delle strette relazioni tra ambiti sociali, scientifici, tecnologici ed economici che ne caratterizzarono lo sviluppo - si collegano importanti trasformazioni.

Prima fra tutte l'affermazione del capitalismo con tutto il portato relativo al declino della forza lavoro rurale; alla creazione di un mercato del lavoro indipendente; alla formazione della classe operaia e all'affermazione del potere della borghesia industriale e commerciale; alla nascita delle fabbriche e allo sviluppo di un processo industriale capace di utilizzare l'innovazione tecnologica per accelerare drasticamente la produzione. Non si trattò solo di innovazioni di ordine organizzativo, finanziario, della produzione e del commercio, ma anche, in conseguenza di queste, di sensibili trasformazioni delle dinamiche demografiche con massicci spostamenti di lavoratori dalle campagne verso la città e conseguenti magmatici processi di urbanizzazione e di edificazione incontrollata. Contestualmente, gli studi e gli sviluppi del pensiero di Marx e di Engels di fine XIX secolo, evidenziarono l'emergere, a partire da queste stesse trasformazioni, di nuove idee relative ai ruoli di genere, all'etnicità e alle classi sociali, al tempo libero, alla disciplina del lavoro.

Motivazioni, aspirazioni, concezioni estetiche e ideologie si trasformarono in maniera significativa.

Donald Sassoon, in una recente pubblicazione, nell'analizzare il fenomeno del capitalismo con riferimento alla sua evoluzione e ai suoi impatti, ne evidenzia «la capacità di innovarsi nella ciclica e inevitabile alternanza, di trionfi e catastrofi». Una cronica e ansiosa instabilità, come egli stesso la definisce, da cui discende a tutt'oggi il suo progressivo evolversi ed affermarsi attraverso le diverse regolamentazioni del mercato. (Sassoon, 2019)

Capacità di rinnovamento riconosciuta, nonché auspicata per la contemporaneità, anche dell'economista Rebecca Henderson la quale nell'affermare che «Il libero mercato privo di controllo non ha funzionato e non funziona per la maggior parte della popolazione del pianeta», suggerisce che è tempo di re-immaginare il capitalismo, ricordandone la responsabilità dei disastri climatici e delle crescenti disuguaglianze sociali. (Henderson, 2020)

D'altro canto, ritornando a riflettere sugli eventi di fine Ottocento, proprio le condizioni sopra richiamate - e la contemporanea espansione dei mercati - avrebbero portato all'affermazione del concetto moderno di globalizzazione quale evolu-

zione del fenomeno storico relativo alle prime esplorazioni geografiche, al colonialismo e allo sviluppo dei commerci del XVI secolo.

Nei decenni a cavallo tra il XIX e il XX secolo, la crescita degli investimenti internazionali fecero, infatti, da motore per la realizzazione di grandi opere di ingegneria - canale di Suez (1869), canale di Panama (1914) - con il conseguente intensificarsi degli scambi economici e commerciali. Ciò creò una sempre maggiore interdipendenza delle diverse economie nazionali i cui effetti portarono alla genesi di processi complessi di globalizzazione economica, tecnologica, culturale e geopolitica. Caratterizzati alla base da profonde trasformazioni della struttura produttiva, e più in generale, del tessuto socioeconomico, tali eventi interessarono prima i paesi occidentali e, in seguito, negli ultimi decenni del Novecento, anche il resto del mondo. Cina e India, in particolare,

A tali significative e rapide trasformazioni della società, del settore produttivo e delle relative tecnologie - che oggi definiremmo abilitanti - nonché alla fiducia incondizionata verso un futuro di sviluppo, è riconducibile la genesi del Paradigma della Crescita Infinita, sintesi concreta dell'incredibile accelerazione della produttività e del corrispondente progresso scientifico. Da allora, innovazione, evoluzione tecnica nonché sviluppo capitalistico, trasformazione della società hanno rappresentato aspetti assolutamente inscindibili e profondamente concatenati tra di loro in un rapporto reciproco di causa-effetto. (Merchant, 1980)

Condizioni i cui caratteri definiscono, tra l'altro, anche l'inizio di una nuova Era alla quale il chimico e premio Nobel Paul Crutzen, insieme al biologo Eugene Stoermer, attribuiscono il termine di Antropocene. (Crutzen and Stoermer, 2000)

Timothy Morton, nell'analizzarne gli eventi da un punto di osservazione contemporaneo, fissa l'inizio di tale Era proprio al 1784, anno in cui James Watt brevettava la sua macchina a vapore che enfatizzava l'idea di progresso, facendosene immagine iconica. (Morton, 2013)

Indipendentemente dalla data esatta del suo inizio, fissata convenzionalmente al 1950 dall'Anthropocene Working Group (Waters et alii, 2016; WGA, 2019), l'Antropocene definisce, comunque e in termini assoluti, l'Era geologica in corso, nella quale il sistema ambientale terrestre risulta gravemente condizionato, sia localmente che globalmente, dagli effetti dell'azione umana e, in particolare, dal progresso tecnologico. (Crutzen, 2005; Coronese et alii, 2019)

Unanime, in un contesto e ad una scala differente, di contro, è il riconoscimento della fiducia che, a partire dai primi sviluppi alla fine dell'Ottocento fino a quelli di primo Novecento, la teoria economica neoclassica introdusse nei confronti del libero mercato e della conseguente sua capacità di portare l'economia e l'occupazione alla piena affermazione senza alcun intervento esterno del governo.

Questa fiducia, incondizionata, insieme ai principi che l'avevano sostenuta con continuità in quei decenni, venne improvvisamente meno con la crisi del 1929 e delle economie post-belliche. Nel primo caso la disoccupazione raggiunse massimi storici, nel secondo, l'urgenza della ricostruzione per via dei danni causati dalla guerra non poté che essere assunta quale obiettivo prioritario dei governi e al tempo stesso strumento per riavviare generali processi di sviluppo economico e sociale.

Da un lato ripresero vigore le teorie marxiste, sostenute sul piano ideologico dalla Rivoluzione russa del 1919, dall'altro molti paesi occidentali cercarono di rispondere alle nuove esigenze e ai mutati contesti attraverso soluzioni che consentissero loro di non abbandonare del tutto il proprio sistema capitalistico. Interprete di quest'ultima posizione fu certamente John Maynard Keynes.

Le teorie Keynesiane individuavano quale strumento per uscire dalla trappola della crisi, un maggiore ruolo dello Stato e della spesa pubblica anche in un contesto di disavanzo.

Sulla scia di questi orientamenti le economie distrutte dalla Seconda guerra mondiale avviarono la propria ricostruzione riaccendendo la scintilla dello sviluppo tecnico ed economico. Negli anni 50 la crescita tornò ad essere un tema di studio centrale per economisti e politici.

Allo stesso tempo il progresso tecnologico assunse un'incredibile spinta. Le innovazioni tecnologiche, originate talune, dalle necessità belliche, trovarono nuovo impiego civile, industriale e commerciale.

Nacquero nuovi mercati e la produzione di massa favorì una diffusa distribuzione del reddito da lavoro migliorando il benessere collettivo.

Alla fine degli anni 50 del Novecento, così come alla fine del secolo precedente, l'uomo era dunque nuovamente convinto che il progresso tecnologico avrebbe dato luogo ad una crescita economica senza limiti e il capitalismo, il positivismo, la globalizzazione, sembravano apprestarsi ottimisticamente a caratterizzare in continuità anche l'imminente Terza Rivoluzione Industriale.

Avviata a cavallo tra gli anni 60 e 70, quest'ultima, grazie alla forte spinta dell'innovazione connessa alla nascita e alla diffusione dell'informatica, dell'elettronica e delle telecomunicazioni, delle reti telematiche, del commercio elettronico e della cosiddetta new economy, stava di fatto sovvertendo principi e mercati propri della precedente economia di produzione, imponendone di nuovi. Configurandosi, potenzialmente, quale apice della definitiva affermazione del Paradigma della Crescita Infinita.

Un'idea e una visione, quella della Crescita Infinita, che, tuttavia, non tardò molto a mostrare i suoi punti deboli e le sue criticità.

All'alba della Terza Rivoluzione, nel 1973, a seguito dell'embargo petrolifero - rappresaglia contro la guerra in Kippur - i Paesi dell'Europa Occidentale furono messi in ginocchio da una crisi energetica senza precedenti. Evento che minò profondamente la visione positivista propria del Paradigma della Crescita Infinita, senza tuttavia indurre, da subito, nella società quel necessario e responsabile cambio di mentalità relativamente ai temi della dipendenza dal petrolio e della conseguente instabilità del sistema produttivo che ne derivava.

Condizione che al pari di allora, oggi, a distanza di mezzo secolo, si presenta con la stessa urgente drammaticità. L'attuale conflitto russo-ucraino pone nuovamente in essere nel vecchio continente, non solo questioni di dipendenza rispetto a materie prime - grano, risorse energetiche, gas - ma anche il timore generale di impenabili quanto possibili nuovi conflitti mondiali. Confermando con drammatica evidenza quanto anticipato e denunciato da Jeremy Rifkin circa i caratteri di instabilità del sistema produttivo e le crisi economiche e sociali che ne sarebbero potute derivare negli anni a seguire. «Il petrolio e gli altri combustibili fossili, le fonti energetiche su cui si basa l'odierno stile di vita nei paesi dell'occidente, sono in via di esaurimento, e le tecnologie stanno diventando obsolete. Intanto, i mali che affliggono il mondo globalizzato - crisi economica, disoccupazione, povertà fame e guerre - continuano ad aggravarsi anziché risolversi». (Rifkin, 2011)

Criticità che richiedono, sempre secondo lo stesso Rifkin - probabilmente imporgono, potremmo aggiungere - una profonda trasformazione del modello di crescita. Un approccio resiliente. (Rifkin, 2022)

Le crisi petrolifere degli anni 70 furono, all'epoca, solo l'atto iniziale del progressivo processo di abbandono della visione ottimista del futuro basata sulla crescita economica smisurata.

Il concetto di “limite” assunse, in quelle circostanze, una connotazione circoscritta, reale e tangibile.

Nonostante l'entusiasmo e la fiducia che lo avevano sostenuto, il Paradigma della Crescita Infinita, nel suo applicarsi e esplicitarsi ad una velocità progressivamente sempre più sostenuta, peraltro mai sperimentata in precedenza, scopre con crescente consapevolezza, i limiti insiti nella propria natura, assumendo altresì quale intrinseco elemento di criticità, lo sbilanciamento che andava configurandosi nell'ambito delle dialettiche interne al rapporto tra uomo e ambiente.

1.3 **Questione ambientale e Paradigma Ecologico**

La fiducia incondizionata riposta - evidentemente mal riposta - nel Paradigma della Crescita Infinita avrebbe potuto e dovuto essere messa in discussione già quando, a partire dalla seconda metà del XX secolo, quel modello di sviluppo aveva cominciato a manifestare chiaramente segnali di crisi.

Il suo evolversi e trasformarsi, determinando impatti sempre meno sostenibili per il pianeta, risulta tanto più vero e credibile oggi, nel momento in cui acquisiamo coscienza che nel 2020, secondo i risultati di una ricerca condotta dal gruppo dell'Istituto Israeliano Weizmann per le Scienze, la massa di tutti i materiali prodotti dall'uomo - dagli edifici alla plastica, fino alle macchine - ha superato la biomassa, ossia l'insieme di tutti gli esseri viventi, le piante, gli organismi unicellulari.

Un sorpasso che, secondo gli studiosi, si è avviato ormai da oltre un secolo, quando gli artefatti hanno cominciato a raddoppiare sul piano numerico ogni 20 anni. (Elhacham et alii, 2020)

Una crescita che è avvenuta a fronte di uno sfruttamento intensivo delle risorse naturali, funzionale a garantire standard di vita progressivamente sempre più elevati. Un processo di espansione produttivo ed economico che ha assunto proporzioni tali da diventare pressoché incompatibile con la permanenza stessa dell'uomo sulla Terra.

Lo sfruttamento delle risorse naturali e il relativo depauperamento, l'inquinamento, la crescita demografica, i disastri ecologici, l'aumento smisurato dei rifiuti, l'urbanizzazione selvaggia, unitamente alle massicce politiche di industrializzazione, nonché i relativi impatti sulla biodiversità, si confermeranno aspetti i cui

crescenti effetti nefasti sul piano sociale ed ambientale, come già osservava alla fine degli anni 60 da Buckminster Fuller, non si sarebbero mai dovuti “nascondere sotto il tappeto”. (Fuller, 1969)

Ma ciò avvenne.

E avvenne anche in spregio del fatto che, proprio a partire dagli anni 60 di fine millennio, diversi studiosi avessero già iniziato ad occuparsi con attenzione crescente di uso sostenibile delle risorse e di lotta al cambiamento climatico.

Nel sollevare e denunciare le proprie preoccupazioni tutti loro offrirono importanti contributi fondativi alle discipline dell’ambiente.

Si affermarono, a partire dalla fondazione nel 1952 del primo centro studi sull’economia dell’ambiente, il Resources for the Future (RFF), i principi che sarebbero stati alla base della futura omonima disciplina (Samuelson, 1954; Bator, 1958; Barnett and Morse, 1963)

Si posero i primi interrogativi sulla liceità per l’uomo di avocare a sé il diritto di controllare e dominare la natura, nonché di decidere quali tra gli esseri viventi che popolano la Terra dovessero continuare a farlo e quali no. (Carson, 1962)

Emerse, per la prima volta, la necessità del passaggio dalla cosiddetta “economia del cowboy a quella della navicella spaziale” quale prerequisito per il mantenimento della “sostenibilità umana sulla Terra”, e si affermarono gli studi sulle esternalità positive e negative connesse alle attività produttive. (Boulding, 1966)

Il concetto di “limite”, già noto agli economisti del passato, assunse una connotazione specifica in relazione anche agli studi sulla crescita demografica. (Ehrlich and Ehrlich, 1968)

Fattore quest’ultimo affatto secondario ai fini della valutazione degli impatti ambientali e premessa alla elaborazione del modello IPAT, proposto nel 1971 da Paul Ehrlich e John Holdren. Esso individuava tre variabili indipendenti da applicare ai fini delle relative valutazioni: la popolazione (P-Population), il benessere economico (A-Affluence) e la tecnologia (T-Tecnology). (Ehrlich and Holdren, 1971)

Analoghe centralità informarono gli obiettivi del Club di Roma, fondato nel 1968 da Aurelio Peccei e da Alexander King, che commissionò al Massachusetts Institute of Technology (MIT) uno studio, il famoso “Rapporto sui limiti dello sviluppo”, pietra miliare della letteratura scientifica di quegli anni, i cui risultati - aggiornati e integrati nei decenni successivi - prefigurarono già allora, attraverso

l'utilizzo di modelli matematici, le conseguenze sull'ecosistema terrestre dello sviluppo e della crescita continua, ivi compreso l'aumento della popolazione e le possibili nefaste ricadute sulla stessa sopravvivenza della specie umana. (Meadows et alii, 1972; 1992; 2004)

Teorie che trovarono, contestualmente in quegli stessi anni, fieri oppositori che ne confutarono le premesse ideologiche così come le drammatiche previsioni. (Goldsmith and Allen, 1972)

Quasi contemporanea fu anche l'elaborazione da parte di Barry Commoner della tesi che sarà successivamente posta alla base delle teorie dell'economia circolare, secondo la quale nel mondo biologico non ci sono rifiuti, tutto ciò che è preso dalla natura è restituito alla natura in tempi più o meno lunghi e più o meno nella stessa quantità; con cicli complessi ma sostanzialmente chiusi. Di contro gli esseri umani, in tutte le loro attività, producono scarti e rifiuti estranei ai cicli naturali e dunque non smaltibili secondo principi organici, andando in definitiva ad incidere sull'equilibrio del pianeta. (Commoner, 1971)

Nacquero nuove branche della scienza - ecologia della mente, sociologia dell'ambiente - e si avviarono studi sulla concatenazione degli effetti e sulla dipendenza sensibile alle condizioni iniziali come corpus organico di teorie e conoscenze. (Bateson, 1972)

Emerse l'attenzione verso una nuova responsabilità, più ampia e generale rispetto a quella dell'uomo verso l'uomo, incentrata sul benessere delle generazioni future tanto quanto sulla salvaguardia degli equilibri naturali del nostro pianeta che la vita di quelle stesse generazioni avrebbe dovuto ospitare. (Jonas, 1979)

Iniziarono a diffondersi in quel periodo, con sempre maggiore interesse, gli studi sulla teoria dell'entropia applicata in campo economico.

L'economista Nicholas Georgescu-Roegen, dimostrò che la crescita economica infinita non solo era economicamente insostenibile, ma anche fisicamente irrealizzabile. (Georgescu-Roegen, 1971)

Egli, con Kenneth Boulding (Boulding, 1966) e Herman Daly (Daly, 1977) suggerì, partendo dai principi della termodinamica, una nuova visione economica, gettando le basi per lo sviluppo dell'Economia ecologica, denominata anche Teoria bioeconomica. Una teoria ibrida capace di affrontare insieme, sia gli aspetti ambientali che i limiti posti dalla fisica, attraverso una re-immissione della questione etica - principio di godimento della vita - a fondamento della disciplina.

Questa, caratterizzata da un approccio più radicale rispetto all'Economia dell'Ambiente, poneva a fondamento il concetto di paradigma entropico e l'importanza delle risorse naturali nell'economia umana. (Georgescu-Roegen, 1975)

Erano le basi per il superamento dei limiti della teoria economica neoclassica e di quella marxista. Entrambe, nella loro rappresentazione dei processi economici, avevano sempre ignorato le risorse naturali.

Ed è in questo articolato contesto politico, culturale e scientifico, che William R. Catton Jr. e Riley E. Dunlap traggono gli spunti per una riflessione che li conduce a definire The New Environmental Paradigm.

Tre i principi che formularono per fissarne e divulgarne i contenuti.

«1) Human beings are but one species among the many that are interdependently involved in the biotic communities that shape our social life. 2) Intricate linkages of cause and effect and feedback in the web of nature produce many unintended consequences from purposive human action. 3) The world is finite, so there are potent physical and biological limits constraining economic growth, social progress, and other societal phenomena». (Catton and Dunlap, 1978)

Una vera rivoluzione del pensiero che mise in crisi non solo i principi scientifici ed economici ma anche quelli ontologici ed etici, fino a coinvolgere la posizione dell'uomo rispetto all'ambiente e i relativi ecosistemi, e con essa, il concetto stesso di antropocentrismo che aveva accompagnato non solo le prime rivoluzioni industriali, ma parimenti quelle scientifiche e del pensiero.

A questo concetto Catton e Dunlap opposero il principio in base al quale gli uomini sono solo una fra le molte specie coinvolte in maniera interdipendente nell'ecosistema globale, sebbene possiedano caratteristiche eccezionali come la cultura e l'ingegno.

Principio che si ritroverà a distanza di qualche decennio anche nella lettura evolutiva proposta da Luciano Floridi che alla visione antropocentrica sostituisce un nuovo "antropoeccentrismo". Egli rielabora, integrandola, la riflessione introdotta nel corso dei primi anni del Novecento da Sigmund Freud circa la progressiva assunzione, da parte dell'uomo, della consapevolezza di essere solo una porzione del tutto, e neppure la più importante. (Floridi, 2017)

Assunti di partenza sono gli studi di Copernico che, nello scardinare il sistema tolemaico, infrange di fatto la visione cosmologica antropocentrica.

Dopo di lui, Charles Darwin ne ridimensiona la supremazia biologica tra le specie viventi. Freud stesso, infine, nel demolire anche la supremazia psicologica dell'io, dimostra che l'uomo non è più sovrano incontrastato, neppure del proprio personale universo. Infine, con Alan Turing e la relativa rivoluzione dell'informazione, secondo Floridi, si aggiunge il riconoscimento che non siamo entità isolate, ma "infor", organismi informazionali interconnessi, che condividono con altri agenti biologici e artefatti ingegneristici un ambiente globale. Un habitat costituito da elementi fisici ed enti immateriali - informazioni - che definiscono a loro volta uno spazio specifico, "l'infosfera", e un tempo di narrazione che diventa "iperstoria". (Floridi, 2009)

Da queste posizioni culturali e dai dibattiti scaturiti dal progressivo affermarsi del Nuovo Paradigma Ecologico, discendono le riflessioni che hanno ispirato la definizione dei moderni concetti di "sostenibilità" e di "sviluppo sostenibile".

Formulati a partire dagli anni Settanta (Meadows et alii, 1972; IUCN et alii, 1980) vengono introdotti nel lessico collettivo dall'arcinoto e pluricitato report, "Our Common Future", prodotto nel 1987 dalla World Commission Environment and Development, WCED, coordinata da Gro Harlem Brundtland. (United Nations, 1987)

Il Rapporto si pone come strumento per avviare una nuova fase di sviluppo capace di "ri-conciliare" crescita economica e problematiche ambientali. Evidenzia la necessità di stabilire criteri economici diversi da quelli tradizionali che tengano conto dei costi ambientali, introducendo tra gli indicatori di sviluppo: controllo della salute, disponibilità di cibo, possibilità di accesso all'istruzione, qualità delle acque, qualità dell'abitazione, uso di tecnologie compatibili, rispetto dei diritti umani.

Aspetti e indirizzi significativi che alimenteranno il dibattito e le azioni degli anni successivi e che si riconoscono ancora oggi nei contenuti dei Sustainable Development Goals (SDG) di Agenda 2030. (ONU, 2015)

Segue negli anni, con ritmo incalzante, un'intensa produzione di documenti di indirizzo strategico e di iniziative che rappresentano vere e proprie milestones relative al patrimonio di conoscenze - principi, statuti e dottrine - connesse al maturare e diffondersi del concetto di sviluppo sostenibile e all'evolversi, a livello internazionale ed europeo, di strategie attuative e programmatiche sul tema.

Qualche anno dopo il Rapporto Brundtland, nel 1992, la United Nations Conference on Environment and Development, UNCED, di Rio de Janeiro licenzia un altro importante documento programmatico denominato "Agenda 21" con il quale i

rappresentati dei 172 paesi partecipanti si impegnavano ad includere nei piani d'azione nazionali specifiche iniziative economiche, sociali ed ambientali, nella prospettiva di un cambiamento per il XXI secolo.

Tra i concetti che ne ispirarono i contenuti vi fu il cosiddetto “principio di precauzione” in base al quale veniva garantito un alto livello di protezione dell'ambiente attraverso prese di posizione preventive in caso di rischio. Riconosciuto come fondativo dai primi movimenti ambientalisti ed ecologisti, detto principio venne successivamente assunto ed elaborato anche in termini economici (relazioni causa-effetto, incertezza, rischi, irreversibilità delle decisioni) da diversi autori. (Arrow and Fischer, 1974; Epstein, 1980; Gollier, 2000)

Il medesimo principio ispira negli stessi anni anche l'azione comunitaria in materia di ambiente. Si ricordano il Trattato di Maastricht del 1992 e il Trattato di Amsterdam, del 1997. Il primo poneva, tra gli altri, obiettivi di salvaguardia, protezione, miglioramento della qualità dell'ambiente, utilizzo accorto e razionale delle risorse; il secondo, nell'integrare i contenuti del precedente, innovava profondamente le politiche ambientali europee, accogliendo gli obiettivi di sviluppo sostenibile sanciti nell'incontro di Rio e assunti da Agenda 21, trasferendoli nei successivi Programmi d'Azione.

Nel 1997, l'approvazione da parte della Conferenza delle Nazioni Unite del Protocollo di Kyoto sui cambiamenti climatici, segnò un altro passaggio epocale, ispirato contemporaneamente al già richiamato principio di responsabilità dell'uomo verso l'uomo e verso l'ambiente che lo ospita, di Hans Jonas e al teorema del premio Nobel per l'economia Ronald H. Coase che individuava nell'istituto della negoziazione sana e etica tra le parti uno strumento capace di incidere positivamente sull'inquinamento ambientale. (Coase, 1960)

Nel 2002, dieci anni dopo il Summit sulla terra di Rio de Janeiro, con il World Summit on Sustainable Development di Johannesburg, organizzato dalle Nazioni Unite, nel prendere atto dell'insufficiente stato di attuazione delle decisioni assunte allora, se ne confermava la priorità e si affermava parimenti l'attualità dei temi ambientali e sociali che erano stati individuati. Ciononostante, la questione dei cambiamenti climatici e delle sue conseguenze iniziava, comunque, a diffondersi in maniera sempre più pervasiva nella società anche grazie alla penetrazione delle argomentazioni ambientaliste e alla sensibilizzazione dell'opinione pubblica, attraverso moltissimi contributi, di matrice estremamente differente tra loro.

Di alcuni ne va sottolineata l'originalità, di altri lo slancio anticipatorio, di altri ancora il forte carattere di denuncia. Tra tutti ricordiamo.

La teoria di Gaia, formulata dallo scienziato, scrittore e ricercatore ambientalista James Lovelock, affermava che la Terra, l'insieme degli esseri viventi che la popolano, i loro ecosistemi e le relazioni che tra questi si attivano, costituiscono un unico organismo autoregolante, omeostasi. Questa, in biologia esprime la capacità di un «organismo di mantenere costanti le condizioni chimico-fisiche interne, anche al variare delle condizioni ambientali esterne». La Terra - Gaia - sarebbe, quindi, un superorganismo vivo, gli ecosistemi naturali ne sarebbero gli organi. (Lovelock, 1991; 2016)

La definizione di approccio adattivo, che partendo dagli studi di Jenine M. Benyus (Benyus, 1997), e riferito alla capacità degli organismi viventi di sopravvivere in contesti ostili, suggerisce l'esigenza di ripensare il funzionamento dei sistemi artificiali anche in una logica di utilizzo pervasivo di Nature Based Solutions nell'ambito dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito. (Cohen-Shacham et alii, 2016)

Il film-documentario "An Inconvenient Truth" (2006) sul riscaldamento globale, dell'ex vicepresidente degli Stati Uniti e Premio Nobel per la pace Al Gore; seguito circa 10 anni dopo, nel 2017, da "An Inconvenient Sequel: Truth To Power".

La pubblicazione, nel 2007, del saggio "Il mondo senza di noi" di Alan Weisman, che racconta come il pianeta si trasformerebbe se un'epidemia o una catastrofe eliminassero per sempre gli esseri umani, traendone un'analisi del nostro impatto sulla Terra. (Weisman, 2007)

Nel corso dello stesso 2007, la Conferenza sui cambiamenti climatici di Bali, denominata COP13, licenziò la "Bali Road Map", un piano che ancora oggi struttura le negoziazioni in quattro temi principali: mitigazione, adattamento, finanza climatica e tecnologia.

Alla Conferenza COP13 sono seguite e qui richiamate, più per loro importanza mediatica che con riferimento alla loro concreta capacità di incidere sulla questione ambientale:

- La COP15 e Accordo di Copenaghen del 2009 nell'ambito del quale per la prima volta si fece riferimento esplicito alla necessità di contenere l'aumento della temperatura media mondiale al di sotto dei 2°C.

- La COP21 e l'Accordo di Parigi del 2015 con l'impegno a ridurre drasticamente le emissioni per arrivare nel 2050, a zero emissioni nette.
Si tratta, in questo caso, del primo accordo universale e giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici, con il quale 195 Stati firmatari, 55 dei quali rappresentavano circa il 55% delle emissioni globali, si sono impegnati ad intraprendere un percorso di lotta ai cambiamenti climatici attraverso piani nazionali di azione per il clima. Nello specifico, il target impostato era quello di contenere l'innalzamento della temperatura entro 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, da raggiungere riducendo la produzione di gas climalteranti e ristabilendo un equilibrio tra le emissioni e la capacità di assorbimento del pianeta.
- La COP25 di Madrid del 2019, che, nel sollecitare le nazioni alla definizione dei piani di azione per il clima con scadenza 2020 pose tra le tante questioni ancora aperte il finanziamento delle azioni in favore del clima a livello mondiale.
- La COP26 di Glasgow del 2021 che esortava ad accelerare azioni e processi atti ad azzerare le emissioni nette a livello globale entro il 2050 e a stabilizzare l'aumento della temperatura globale a 1,5° C gradi entro la fine del secolo, sostenendo altresì quei Paesi già colpiti dai cambiamenti climatici.
- La COP27 di Sharm el-Sheikh del 2022, che, oltre a riproporre l'obiettivo di limitare il riscaldamento globale a 1,5°C, ha introdotto ufficialmente il principio del cosiddetto "loss&damage" finalizzato a dare risposte concrete ai bisogni delle comunità che hanno già subito impatti molto gravi per via dei cambiamenti climatici e dei conseguenti eventi meteorologici straordinari.

Un passo fondamentale, quest'ultimo, riferito ad uno dei quattro temi della negoziazione - la finanza climatica - che coinvolge contemporaneamente sia la questione del sostegno per interventi di mitigazione e di adattamento, che la disponibilità di una struttura monetaria ad hoc per le perdite e i danni già causati dai cambiamenti climatici.

Un'attenzione necessaria, peraltro, già anticipata da Rob Nixon che, quasi un decennio prima, metteva in guardia sul fatto che mentre si continuava a discutere e dibattere sull'innalzamento del livello dei mari a causa dei cambiamenti climatici, quarantatré Stati insulari, senza una rapida e concreta azione globale, si sarebbero trovati ad affrontare presto e concretamente "la fine della storia".

Non un ambientalismo «a stomaco pieno, quello delle nazioni ricche» ma un’attenzione reale rivolta a fermare tutti i processi di «lenta violenza, pervasiva, devastante e inosservata»; le crisi ambientali, il cambiamento climatico, gli ecosistemi compromessi, i rifiuti tossici, tutti aspetti di per sé «carenti di spettacolo» le cui vittime spesso invisibili alla lente dei media, sono al contrario reali, distribuite nel tempo e nello spazio. (Nixon, 2011)

Si configurano così i termini di un dibattito articolato che ha posto, parallelamente e con sempre maggiore evidenza, fin dagli ultimi decenni del XX secolo, l’importanza della definizione nonché della concreta attuazione di politiche e strategie in grado di conciliare sviluppo, da un lato, e attenzione verso l’ambiente, dall’altro, traguardando benefici economici ma attraverso approcci ambientalmente compatibili. (Steinberg, 1986; Daly and Cobb, 1989)

Il tentativo è, a tutt’oggi, quello di superare l’ambigua evidenza riconosciuta all’ossimoro sviluppo sostenibile. Bruno Latour vedeva in questa opposizione - sviluppo, sostenibilità - la separazione moderna tra mezzi e fini, espressione di una condizione in cui il conflitto tra ambiente e sviluppo è onnipresente. (Latour, 1998)

Altra posizione è, viceversa, quella, fortemente sostenuta da teorie e movimenti anti-sviluppo, affermatasi soprattutto a partire dall’emergere delle politiche neo Libériste degli anni 80 basate non sulla ricerca di alternative di sviluppo sostenibili ma, di “un’alternativa allo sviluppo” (Mohan and Stokke 2000; Demaria and Kothari 2017)

In questo contesto Serge Latouche, a partire dagli studi di Nicholas Georgescu-Roegen, fonda la sua teoria della decrescita (Latouche, 2004) che va ad affiancare quelle del post-sviluppo. (Escobar, 1995; Pallotti and Zamponi, 2014)

A dette teorie se ne associano, sulla scia delle posizioni maturate già a partire dalla Conferenza di Stoccolma del 1972, altre che segnano il progressivo passaggio da un’idea di sviluppo dall’alto, top-down, al lento consolidarsi di una visione partecipativa, bottom-up. (Chambers 1994; Tommasoli, 2013)

Analogamente, allo sviluppo incentrato sulla crescita economica illimitata, si associa in alternativa quello fondato sui diritti umani. (Gaba, 2014; Gardner and Lewis, 2000)

Ne deriva una diversa visione del rapporto tra sviluppo sostenibile e bisogni umani la cui prima formulazione, anticipata in occasione della World Employment Conference organizzata nel 1976 dall’International Labour Office, era basata sulla necessità di soddisfare i bisogni essenziali degli individui. (Louis and Ghai, 1976)

Paul Streeten la pone a fondamento della definizione dei “basic needs” (Streeten, 1981); espressi, oggi, nei termini più severi di diritti umani. (Stavenaghen, 2003)

A distanza di tempo, l’assunzione consapevole dei “basic needs”, trasferiti nei contenuti dei 4 principi fondativi di Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile - Economia, Società, Ambiente, Istituzioni - e nei relativi diciassette Sustainable Development Goals (SDG), pone sullo stesso piano e con la stessa priorità la crescita economica, l’inclusione sociale e la tutela dell’ambiente. (ONU, 2015)

Il loro recepimento nell’ambito dei documenti programmatici comunitari (EU, 2014; EU, 2019; EU, 2021a), secondo Massimo Tommasoli, sancisce il decisivo passaggio dai principi posti alla base del paradigma fondato sullo sviluppo economico, all’attenzione per lo sviluppo umano, per la good governance e la partecipazione sociale che si riconoscono nei principi propri del Paradigma Ecologico. (Tommasoli, 2013)

Si pone, in tal modo, definitivamente, la questione della centralità di una coscienza ambientale le cui radici affondano nell’ambientalismo del XIX secolo, e che, da allora, si è andata sia pure lentamente, ma con forza, consolidando.

Edmund Burke, filosofo del XVIII secolo e fondatore del conservatorismo moderno, vedeva, già allora, la società non come semplice risultato di un contratto tra i vivi ma come un sodalizio che unisce i vivi, i nascituri e i morti. (Burke, 1757)

Una visione con profonde implicazioni in tema ambientale, ripresa in tempi più recenti dal filosofo Roger Scruton. Egli sostiene che l’ambiente è il problema più urgente della nostra epoca; tuttavia, l’attuale movimento ambientalista disperde le proprie energie orientandole verso un quadro di riferimento troppo ampio, non facilmente governabile, senza accorgersi che i problemi ambientali sono, più pleonasticamente, generati e risolti dalla gente comune. (Scruton, 2013)

Si tratta, tuttavia, di una visione ancora fortemente antropocentrica che, nell’assumere il bene delle future generazioni umane quale principio ispiratore, considera la salvaguardia dell’ecosistema globale, e quindi la sopravvivenza e il benessere di tutte le altre specie viventi, ancora mezzo e non fine.

Viceversa, con riferimento al principio delle tre “E” - Economy, Environment, Equity - e alla ricerca di un loro rapporto di equilibrio, il concetto generale di sviluppo, tradizionalmente circoscritto all’ambito dell’Economia (Economy), dovrà sempre più spesso (molto di più di quanto già non faccia) considerare l’Ambiente (Environment) per poter affermare l’equità sociale (Equity) delle proprie azioni,

valutando obiettivi e impatti rispetto ai principi del Paradigma Ecologico, e riconoscendosi in un concetto di sviluppo “sostenibile”.

All’ambientalismo attivo che cerca oggi di salvare il salvabile, dovrebbe affiancarsi, secondo Luciano Floridi, «un ambientalismo digitale e sintetico, nel senso di olistico, che sia in grado di ripensare i nostri modi di abitare e che costruisca finalmente un ethos in grado di riconciliare naturale e artificiale». (Floridi, 2022)

Un equilibrio da ricercare nella consapevolezza di poter tendere solo a configurazioni, al tempo stesso temporanee e dinamiche che scaturiscono dai portati delle dirompenti innovazioni tecnologiche e digitali di inizio Millennio. Queste traggono l’obiettivo di una nuova forma di innovazione sostenibile, un’antropologia digitale (Solis, 2016) che, nel confermare con forza il carattere di universalità e di trasversalità dei principi sottesi al Paradigma Ecologico - il benessere dell’uomo e quello ambientale - evidenzia i caratteri attuali della sua trasformazione e del suo configurarsi anche in una nuova dimensione digitale.

1.4 Big Shift e Paradigma Ecologico, Digitale e Informazionale

La definitiva presa di coscienza della questione ambientale, la nascita e la successiva diffusione del Paradigma Ecologico, se da un lato portano in dote gli assunti, attualizzati, ricevuti in eredità dagli studi su habitat ed ecosistemi; dall’altro, attivano, contemporaneamente, il confronto con nuove consapevolezze e con il progressivo sviluppo di una diversa sensibilità che, sostenuta dalla diffusione ormai pervasiva delle cosiddette tecnologie abilitanti, sembra voler accompagnare l’evoluzione dell’originario pensiero ecologico verso una nuova dimensione digitale e, come vedremo, anche informazionale.

A questa nuova prospettiva sembra corrispondere l’affermarsi di un nuovo Paradigma, caratterizzato da quei nuovi (o rinnovati) attributi appena richiamati che, della contemporaneità, ne esprimono la complessa fisionomia. Ma, riprendendo gli assunti kuhniani, ciò sarà possibile solo quando la transizione dal vecchio al nuovo Paradigma sarà conclusa e un nuovo consenso scientifico e sociale, prenderà forma.

Si tratta di dinamiche evolutive che nel progressivo attuarsi trovano supporto in due importanti principi.

Il primo principio trae forza, attualizzandola, dalla stessa natura fondativa del Paradigma Ecologico. Si può sinteticamente riassumere nella dicotomia contemporanea - antropocentrismo vs antropoeccentrismo - la cui formalizzazione, metaforicamente sintetizzata nel considerare l'uomo "a beautiful glitch", un magnifico errore della natura, riporta al pensiero di Luciano Floridi. (Floridi, 2017)

Le radici di detta dicotomia, ancora tutta da indagare, riconducono ai postulati di Catton and Dunlap che ne hanno declinato il significato nel corpo del primo principio del loro Nuovo Paradigma Ecologico.

Analogamente anche i teorici del movimento di pensiero del Realismo Speculativo, nel corso della conferenza tenuta nel 2007 alla Goldsmiths College University of London, espressero sull'argomento posizioni coerenti con quelle sopra richiamate. Attraverso la voce di uno dei suoi più autorevoli esponenti, Raymond Brassier, affermarono anch'essi che l'uomo è solo uno delle tante componenti di un universo che è sostanzialmente indifferente alla sua esistenza, inconsapevole dei suoi valori e dei suoi significati. Dimostrazione di questa teoria, sempre secondo Brassier, è proprio il riscaldamento globale, il Global Warming che, riferito al potere di forze non umane capaci di estinguere l'umanità, annichilisce la pretesa dell'uomo di un posto privilegiato al centro dell'universo. (Brassier, 2007)

D'altro canto, lo stesso concetto di Antropocene esprime, similmente, la consapevolezza che le trasformazioni ambientali, sebbene sempre più incalzanti, assumano caratteri tali da non consentire di coglierne gli effetti in tempo reale.

Anche Timothy Morton sostiene che il concetto di ecologismo ha ancora un senso solo se privato della sua matrice antropocentrica.

Egli considera la Natura come un "altrove metafisico" da preservare e da collocare in una dimensione dove l'uomo è solo parte dello stesso sistema che intenderebbe difendere. Proprio il rifiuto di questa condizione, l'errore di credere che le trasformazioni antropiche dell'ambiente o il Global Warming debbano essere in qualche modo percepiti sulla propria pelle per essere reali o, per dirla ancora con Morton, pensare che il Global Warming sia solo un evento atmosferico, costituiscono parte degli enunciati che sostengono le argomentazioni negazioniste della questione ambientale. In realtà, «se siamo consapevoli della sua esistenza è solo perché ci siamo dotati di strumenti capaci di raccogliere ed elaborare dati e di cat-

ture ed esprimere una realtà, costituita da un costante aumento delle temperature medie dall'Ottocento in poi, che viceversa sfuggirebbe alla nostra mente e ai nostri sensi». (Morton, 2013)

Certamente quel che oggi sembra essere chiaro, finanche agli studiosi appartenenti alle correnti più conservatrici, ai cosiddetti "clima-scettici" così come ai "clima-negazionisti" o ai "clima-quietisti", (Oreskes and Conway, 2010; Hamilton, 2013) è che, di fronte all'evidente fallimento delle negoziazioni su possibili strategie salvifiche, (Aykut and Dahan, 2015) stiamo comunque sperimentando una "mutazione". (Latour, 2020)

Ciò, per estensione, rende ancora più doveroso affermare una visione diversa, un'emancipata interpretazione della posizione dell'uomo rispetto al mondo naturale, all'universo e alla sua stessa esistenza, in grado di sostituirsi realmente e concretamente alle derive delle teorie antropocentriche.

Ne consegue l'obbligo per l'umanità di accogliere tale cambio di prospettiva metabolizzando un approccio "antropoeccentrico".

Certamente necessario, ma non più sufficiente.

Il secondo principio, che si accosta al precedente, introduce un nuovo elemento evolutivo, altrettanto importante. Ai sistemi naturali complessi, di cui, come abbiamo visto, l'uomo è solo una delle parti, vanno affiancandosi, con sempre maggiore evidenza, ecosistemi altri non necessariamente naturali, il cui carattere e matrice appartengono alla dimensione digitale.

Un ecosistema nuovo, fisico e digitale, in cui gli individui - a prescindere se apocalittici o integrati come direbbe Umberto Eco, ovvero oltranzisti che si astengono dall'uso del digitale ed entusiasti iperconnessi - sono tutti parte di un fitto reticolo di flussi di dati e informazioni condivise con altri agenti naturali e artificiali. E in questo nuovo ambiente siamo "onlife", digitali e analogici, interagenti. (Floridi, 2015)

Nuove condizioni, caratterizzate da rapide modificazioni tecnologiche da un lato e cambiamento costante, continuo e crescente, dall'altro.

Trasformazioni molto più veloci delle nostre stesse capacità di comprenderle e di utilizzarne le immense potenzialità. (Ito and Howe, 2016)

Nell'apparire inarrestabili, sembrano confermare appieno, ancora oggi, la legge di Moore. L'imprenditore ed informatico statunitense Gordon Moore, aveva infatti ipo-

tizzato, già negli anni 60 che la complessità dei circuiti integrati sarebbe raddoppiata ogni anno con una proporzionale riduzione dei costi. Tutto ciò che è digitale sarebbe divenuto, esponenzialmente più veloce, più economico, più piccolo. I limiti sarebbero stati essenzialmente fisici, connessi alla capacità di inserire un numero sempre maggiore di transistor in un processore, riducendone le dimensioni. (Moore, 1965)

Così è ancora. Nonostante nel 2016 un articolo apparso sulla rivista Nature affermasse il raggiungimento dei limiti e dunque la fine della legge di Moore, (Waldrop, 2016), Pat Gelsing, CEO di Intel ne ha ampiamente confermato non solo la validità attuale ma anche per i prossimi anni. (La Trofa, 2022)

Tutte condizioni che configurano un Big Shift.

Anticipato da John Hagel, insieme ad altri studiosi, più di un decennio fa, il Big Shift definisce ecosistemi che rispondono a logiche e regole totalmente nuove rispetto al passato, da riscrivere in continuazione. Due le grandi ondate che gli stessi autori delineaano e prefigurano in relazione alla sua piena realizzazione. (Hagel et alii, 2009)

La prima ondata è associata agli straordinari cambiamenti avvenuti nell'infrastruttura digitale che hanno consentito una produttività, una trasparenza e una connettività notevolmente maggiori. Il mondo della produzione di prodotti e servizi ha potuto così utilizzare la tecnologia per creare ecosistemi di utenti, addetti, fornitori diversi e remoti, in cui le innovazioni di prodotto e processo alimentano miglioramenti delle performance senza troppa complessità digitale.

La seconda ondata riguarda invece il movimento crescente di conoscenza, talento e capitale. I flussi di conoscenza, che si presentano in qualsiasi ambiente sociale in cui possono aver luogo l'apprendimento e la collaborazione stanno rapidamente diventando una delle fonti più cruciali di creazione di valore. Mentre le istituzioni del XX secolo hanno costruito e delimitato riserve di conoscenza, risorse proprietarie, a cui nessun altro poteva accedere; viceversa, il Big Shift ha esteso, ed estende esponenzialmente la possibilità di accesso a una gamma crescente di flussi di informazioni, aumentandone rapidamente le scorte. (Hagel et alii, 2009)

Un Big Shift che coinvolge l'agire e il pensiero.

Che si riconosce nei caratteri della Quarta Rivoluzione Industriale.

Klaus Schwab, fondatore del World Economic Forum, la descrive, dal suo irrompere a partire dai primi decenni del XXI secolo, come fusione di tecnologie che annullano i confini tra il fisico, il digitale e il biologico. (Schwab, 2016)

Ne fissa la data della sua genesi al 2014, anno in cui Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, entrambi docenti del Massachusetts Institute of Technology (MIT), coniano l'espressione "the second age machine" per spiegare la rivoluzione che il mondo stava vivendo.

Nel loro omonimo volume, affermano che le tecnologie digitali basate su dispositivi hardware, software e network non rappresentano una novità, ma, diversamente da quanto accadde nella Terza Rivoluzione Industriale, sono contraddistinte da un più alto livello di integrazione e sofisticazione. Contribuiscono pertanto alla trasformazione della società e delle economie globali. Ancora, secondo i due autori, il mondo sta vivendo un momento cruciale, poiché l'impatto delle tecnologie digitali si manifesterà con tutta la sua forza attraverso l'automazione e la realizzazione di "cose senza precedenti". (Brynjolfsson and McAfee, 2014)

La Prima Rivoluzione Industriale ha usato la forza del vapore per meccanizzare la produzione, la Seconda ha dato vita alla produzione di massa usando l'energia elettrica, la Terza ha automatizzato la produzione attraverso l'elettronica e la tecnologia dell'informazione, la Quarta si riconosce invece nei caratteri della digital transformation, assumendo quali aspetti connotanti, ancora secondo Klaus Schwab, «velocità, portata e impatto sui sistemi», i cui effetti dirompenti si manifestano in tutti gli ambiti della vita e delle attività dell'uomo. (Schwab, 2018)

Le tecnologie digitali, lungi dall'essere semplicemente strumenti con i quali modificare il mondo e il modo in cui interagiamo con il mondo, diventano "abilitanti". Sono sistemi che danno forma (formattano) e influenzano sempre di più le interazioni con il nostro habitat. In altre parole, sono re-ontologizzanti, cioè modificano la natura intrinseca degli oggetti e delle relazioni che si instaurano tra questi e con noi.

Alessandro Baricco, nel suo volume *The game*, riflette proprio su questo aspetto, sulla "postura uomo-tastiera-schermo" che rappresenta fisicamente, ma anche metaforicamente, il nostro tentativo di stare in equilibrio, a cavallo tra una realtà materica e una digitale, smaterializzata. (Baricco, 2018)

Uno scenario in cui appare evidente l'accostamento incontrovertibile dell'accezione "digitale" al Paradigma Ecologico corrente.

Non semplice addizione formale e terminologica, l'accostamento delle due accezioni presuppone un'aggiunta dialettica e sostanziale, un'interazione reciproca. Rappresenta una delle sfide del nostro secolo.

L'attuale transizione ecologica e digitale, unanimemente riconosciuta come megatrend emergente, diviene espressione sia di un'ambizione che, parimenti, della necessità di un rapporto di complementarità strategica, di un'osmosi bidirezionale di approcci tra due ambiti, le cui reciproche evoluzioni, sperimentazioni e attuazioni, devono compiersi all'interno di una visione di progresso condivisa, nonché di obiettivi comuni di innovazione e sostenibilità, traguardando principi di integrazione, universalità, inclusione. (EU, 2019; EU, 2020a; EU, 2020b)

La consapevolezza di vivere in un momento epocale della storia, secondo Klaus Schwab, dovrebbe oggi spingerci a far sì che il nostro futuro, arricchito dall'innovazione tecnologica, sia sicuro, inclusivo e sostenibile per l'ambiente. (Schwab, 2018; WEF, 2022)

Il Paradigma Ecologico e Digitale si configura quale risposta strutturata e possibile all'esigenza di traguardare un equo equilibrio tra economia, sviluppo e benessere dell'uomo.

Il report The European Double Up evidenzia in proposito che la transizione digitale può farsi strumento per avviare processi di trasferimento tecnologico e di innovazione altrimenti più lenti, meno pervasivi, efficaci e performanti. (Accenture, 2021)

La Global and Sustainability Initiative riconosce, inoltre, alla transizione ecologica la facoltà di orientare eticamente le opportunità del digitale. (GeSI and Deloitte, 2019)

Emerge, secondo Luciano Floridi, la necessità di una alleanza tra "verde" e "blu" che nonostante i molteplici problemi e contraddizioni ancora irrisolte, assume opportunità improcrastinabili. (Floridi, 2020a)

Un sodalizio che secondo Leonardo Caffo, viceversa, non dovrebbe neppure essere ipotizzato in quanto praticamente impossibile da attuare. Afferma il filosofo che transizione ecologica e transizione digitale non potranno mai considerarsi complementari. (Caffo, 2022)

Ma la questione, ancorché opportunamente associata alla sua dimensione ideologica, necessita di essere declinata e indagata anche con riferimento ai suoi profili strategici e attuativi.

Ursula von der Leyen, nel suo discorso di investitura come Presidente della Commissione Europea nel 2019, ha affermato che la transizione ecologica e quella digitale sono sfide indissociabili.

Posizione che trova corrispondenza sia nei contenuti delle politiche del Green Deal europeo, volte a promuovere l'uso efficiente delle risorse, un'economia pulita, circolare ed inclusiva, a ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento, che negli indirizzi programmatici del Next Generation EU, lo strumento europeo dedicato alla ripresa.

Indirizzi generali che, assunti in continuità con i quattro pilastri fondativi di Horizon 2020 - Excellent Science, Global Challenges and European Industrial Competitiveness, Innovative Europe e Widening participation and Strengthening the European Research Area - si configurano quali elementi centrali anche delle successive traiettorie di sviluppo per un'Europa ecologica, digitale, coesa e resiliente. (EU, 2014; EU 2021a)

L'Agenda Digitale Europea, in linea con gli obiettivi fissati nella prima versione del 2010, continua a fare leva sul potenziale delle tecnologie ICT per favorire ulteriormente innovazione, progresso, crescita economica e sviluppo di un mercato unico digitale. (EU-COM, 2010; EU, 2020a; EU, 2020b; EU-COM, 2021)

In questo contesto l'espressione Industria 4.0, utilizzata per la prima volta nel 2011, in occasione della Hannover Fair Event in Germania, fissa i caratteri di una svolta, di un processo di portata planetaria, che si è andato imponendo nel segno di una diffusa e massiccia digitalizzazione in tutti i settori dell'economia: dalla produzione ai consumi, dai trasporti alle telecomunicazioni, dal terziario avanzato a tutti gli ambiti dei servizi e, sia pure con lentezza e ritardo, anche al settore delle costruzioni supportando l'affermazione di modelli economici circolari e green. (Kagermann et alii, 2013; Oesterreich and Teuteberg, 2016; PwC, 2016)

Industria 4.0, o "Industrial Internet" o ancora "Digital fabrication", sono ugualmente espressione di un approccio sistemico la cui principale caratteristica è la sempre maggiore pervasività di sistemi cyber-fisici che definiscono una progressiva compenetrazione e interconnessione tra il mondo fisico e quello digitale.

Trasformazioni strettamente connesse all'integrazione delle cosiddette "tecnologie abilitanti" - Key Enabling Technologies - nelle logiche di gestione dei processi produttivi. (EU-COM, 2009)

Aspetti e potenzialità che il rapporto della Unione Europea Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry riprende, affermando la necessità di orientare e velocizzare la trasformazione già in atto - ecologica e digitale - considerandola strumento per riequilibrare ambiente ed economia. (EU, 2021b)

Analogamente, in Italia, l'attuale riferimento normativo - il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - insieme al Piano Transizione 4.0 di indirizzo per la politica industriale nazionale, guardano alla transizione ecologica e digitale quale principale asse strategico per orientare scelte di sviluppo e innovazione a garanzia di più generali obiettivi di inclusione ed equità sociale.

Posizione dell'uomo (antropocentrismo vs antropoeccentrismo), nuovi habitat digitali (infosfera) e Big Shift sono i termini che, nel mentre sostengono e alimentano i medesimi caratteri del Paradigma Ecologico e Digitale, si trovano a confrontarsi per dinamico accostamento ad uno ulteriore, "informazionale", che richiama conoscenza e informazione.

Solo apparentemente nuovo, tale termine è alla base, viceversa, di studi e teorie che si andavano sviluppando nei medesimi anni in cui si consolidavano i principi fondativi del Paradigma Ecologico, delineando i caratteri dell'emergente Economia della conoscenza. (Bell, 1973)

Il dominio informazionale, al pari delle ormai assunte dimensioni ecologiche e digitali, si configura, inequivocabilmente, quale focus imprescindibile negli attuali scenari di sviluppo. Ad entrambi i termini, con i quali si rapporta, conoscenza e informazione, si riconosce un reale valore economico. La questione terminologica non manca di complessità.

Le stesse teorie economiche che avevano postulato a lungo l'equivalenza dei due termini, ne evidenziano, oggi, la natura diversa sia pur strettamente interrelata, dove informazione è un insieme di dati strutturati che acquisiscono significato solo dopo un processo di comprensione, elaborazione ed assimilazione che è, di fatto, conoscenza. (David and Foray, 2003)

Ne deriva che l'Economia della conoscenza diviene allora espressione del cambiamento nelle relative modalità di produzione, distribuzione e consumo delle società avanzate. Viene assunta, al tempo stesso, quale branca della teoria economica, che considera la conoscenza come bene economico e ne analizza i relativi effetti sul benessere individuale e collettivo. (OECD, 1996; Castells, 2004; Rullani, 2004; Foray, 2006)

Si prefigura un nuovo capitalismo cognitivo, rispetto al quale il valore economico è generato dalla produzione, diffusione e rinnovamento continuo dei dati e delle conoscenze.

In tal modo, l'attributo informazionale, nell'aggiungersi ai caratteri ecologici e digitali, esprime la possibilità di accesso a informazioni senza precedenti. Grazie ai progressi tecnologici e alla conseguente potenzialità di moltiplicare le opportunità di connessione attraverso dispositivi con capacità di elaborazione e archiviazione sempre maggiore, nasce un ecosistema globale in cui materiale e immateriale, analogico e digitale coesistono e interagiscono senza soluzione di continuità spaziale e temporale, creando, scambiando, gestendo e integrando dati e informazioni.

Luciano Floridi, ne evidenzia centralità e complessità sottolineando che «il capitale semantico digitale inizia a fare la differenza nel nostro stesso processo di semantizzazione». (Floridi, 2020b)

Tuttavia, sebbene, le tecnologie ICT permettono di raggiungere risultati un tempo impensabili, di disporre di immense capacità computazionali, processare un'enorme quantità di dati costantemente aggiornati e aggiornabili relativi a processi ambientali, economici e sociali, si registra, di contro, una sostanziale inadeguatezza dell'attuale corredo di strumenti cognitivi utili per la comprensione delle implicazioni connesse a tali rapidi, esponenziali, progressi tecnologici.

Ma la conoscenza è anche un fenomeno fisico, un processo entropico: produrre, immagazzinare e comunicare dati, consuma energia.

Occorre allora sviluppare, nell'ambito del nascente nuovo paradigma, un "ambientalismo digitale" che, nel tenere insieme le dimensioni ecologiche, digitali e informazionali, sia in grado allo stesso tempo di coniugare lo sviluppo e la crescita con la capacità di contrastare l'emergenza climatica, energetica, del consumo delle risorse, senza produrre, a propria volta, impatti negativi. Una sfida globale affatto semplice, in cui ognuno è tenuto a fare la propria parte, come suggerito da Roger Scruton.

D'altro canto, la storia insegna che progresso, innovazione tecnologica e trasformazioni del pensiero scientifico hanno natura osmotica e complementare. Da sempre l'una alimenta o innesca l'altra, e viceversa; insieme, a loro volta, attivano i diversi cambi di Paradigma.

References

- Accenture (2021) *The European Double Up: A twin strategy that will strengthen competitiveness. Why the combination of sustainability and digital technologies is key to igniting future competitiveness for European countries*
- Aykut, S. and Dahan, A. (2015) *Gouverner le climat ? Vingt ans de négociations internationales*, Les Presses de Sciences Po, Paris
- Arrow, K. and Fisher, A.C. (1974) "Environmental Preservation, Uncertainty, and Irreversibility" in *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.88, issue 2
- Ashton, T.S. (1948) *The Industrial Revolution (1760-1830)* Oxford University Press, London. Edizione Italiana a cura di Cipolla, C.M. (1953) *La Rivoluzione Industriale 1760-1830*, Laterza, Bari
- Baricco, A. (2018) *The Game*, Einaudi, Torino
- Barnett, H.J. and Morse, C. (1963) *Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability*, Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Bateson, G. (1972) *Steps to an Ecology of Mind. Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*, University of Chicago Press, Chicago. Edizione Italiana a cura di Longo, G. (1977) *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano
- Bator, F. M. (1958) "The Anatomy of Market Failure" in *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.72, n.3
- Bell, D. (1973) *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Heinemann, London
- Benyus, J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Morrow, New York
- Boulding, K.E. (1966) "The economics of the Coming Spaceship Earth" in Jarret, H. (Edited by) *Environmental quality in a growing economy: Essays from the sixth RFF Forum*. RFF Press, New York
- Brassier, R. (2007) *Nihil Unbound: Enlightenment and Extinction*, Palgrave Macmillan, New York
- Braudel, F. (1982) *Civiltà materiale, economia e capitalismo. Secoli XV-XVIII*, Einaudi, Torino
- Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2014) *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, W.W. Norton & Co. New York, London. Edizione italiana a cura di Carlotti, G. (2017) *La nuova rivoluzione delle macchine. Lavoro e prosperità nell'era della tecnologia trionfante*, Feltrinelli, Milano
- Burke, E. (1757) *A Philosophical Enquiry into the Origin of Our Ideas of the Sublime and Beautiful*, J. Dodsley, Pall-Mall, London. Edizione italiana a cura di Sertoli, G. e Miglietta, G. (1985) *Un'indagine filosofica sull'origine delle nostre idee di Sublime e Bello*, Aesthetica Edizioni, Palermo

- Butera, F.M. (2022) *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Ed. Ambiente, Milano
- Caffo, L. (2022) *Velocità di fuga. Sei parole per il contemporaneo*, Einaudi, Torino
- Carson, R. (1962) *Silent Spring*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston. Edizione italiana a cura di Gastecchi, C.A. (2016) *Primavera silenziosa*, Feltrinelli, Milano
- Castells, M. (2004) *The Network Society: A Cross-Cultural Perspective*, Edward Elgar Pub, Cheltenham
- Catton, W.R. Jr. and Dunlap, R.E. (1978) "Environmental Sociology - A New Paradigm", *The American Sociologist*, Vol.13, n.1
- Chambers, R. (1994) *Paradigm shifts and the practice of participatory research and development*, IDS working paper n. 2, IDS, Brighton
- Coase, R.H. (1960) "The Problem of Social Cost" in *The Journal Law & Economics*, Vol. 3, The University of Chicago Press, Chicago
- Cohen-Shacham, E.; Walters, G.; Janzen, C. and Maginnis, S. (edited by) (2016) *Nature-based Solutions to address global societal challenges*, Gland
- Commoner, B. (1971) *The Closing Circle - Nature, Man, and Technology*, Knopf, New York. Edizione Italiana a cura di Bettini, V. (1977) *Il cerchio da chiudere. La natura, l'uomo e la tecnologia*, Garzanti, Milano
- Coronese, M.; Lamperti, F.; Keller, K.; Chiaromonte, F. and Roventini, A. (2019) "Evidence for sharp increase in the economic damages of extreme natural disasters" in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol.116, n.43
- Crutzen P.J. and Stoermer E.F. (2000) *The Anthropocene in Global Change Newsletter* 41
- Crutzen, P.J. (2005) *Benvenuti nell'Antropocene - L'uomo ha cambiato il clima - La Terra entra in una nuova era*. Edizione italiana a cura di Parlange, A., Mondadori, Milano
- Daly, H. (1977) *Steady State Economics. The Economics of Biophysical and Moral Growth*, W.F. Freeman, San Francisco
- Daly, H. and Cobb, J.B. (1989) *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston. Edizione italiana (1994) *Un'economia per il bene comune. Il nuovo paradigma economico orientato verso la comunità, l'ambiente e un futuro ecologicamente sostenibile*, Red ed., Milano
- David, P.A. and Foray D., (2003) "Economic Fundamentals of the Knowledge Society" in *Policy Futures in Education*, Vol.1, n.1
- De Saussure, F. (1916) *Cours de linguistique générale*, Payot, Losanna-Parigi. Edizione italiana a cura di De Mauro, T. (1967) *Corso di linguistica generale*, Editori Laterza, Bari
- Demaria, F. and Kothari, A. (2017) "The Post-Development Dictionary agenda: paths to the pluriverse" in *Third World Quarterly*, Vol.38, Issue 12, Taylor & Francis Online

- Ehrlich, P.R. and Ehrlich Howland, A. (1968) *The population bomb*, Sierra Club/Ballantine Books, New York
- Ehrlich, P.R. and Holdren, J.P. (1971) "Impact of Population Growth" in *Science*, New Series Vol.171, n.3977
- Elhacham, E.; Ben-Uri, L.; Grozovski, J.; Bar-On, Y.M. and Milo, R. (2020) "Global human-made mass exceeds all living biomass" in *Nature*, Vol.588
- Epstein, S.L. (1980) "Decision-Making and the Temporal Resolution of Uncertainty" in *International Economic Review*, Vol.21, n.2, John Wiley & Sons
- Escobar, A. (1995) *Encountering Development: The Making and Unmaking of the Third World*, Princeton University Press, Princeton
- EU Commissione Europea (2014) *Horizon Europe Strategic 2014-2020*
- EU Commissione Europea (2019) *The European Green Deal*
- EU Commissione Europea (2020a) *Shaping Europe's digital future*
- EU Commissione Europea (2020b) *A Europe fit for the digital age*
- EU Commissione Europea (2021a) *Horizon Europe. Investing to shape our future*
- EU Commissione Europea (2021b) *Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*
- EU-COM (2009) COM(2009)512 *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU*
- EU-COM (2010) COM(2010)245 *A Digital Agenda for Europe*
- EU-COM (2021) COM(2021)118 *Digital Compass: the European way for the Digital Decade*
- Floridi, L. (2009) *Infosfera: Etica e filosofia nell'età dell'informazione*, Giappichelli, Torino
- Floridi, L. (2015) *The Onlife Manifesto. Being Human in a Hyperconnected Era*, Springer
- Floridi, L. (2017) *La quarta rivoluzione: Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Cortina Edizioni, Milano
- Floridi, L. (2020a) *Il verde e il blu: Idee ingenuie per migliorare la politica*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Floridi, L. (2020b) *Pensare l'infosfera: La filosofia come design concettuale*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Floridi, L. (2022) *The Ethics of Artificial Intelligence. Principles, Challenges, and Opportunities*, Susanna Lea Associated. Edizione italiana a cura di Durante, M. (2022) *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Foray, D. (2006) *The Economics of Knowledge*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Edizione italiana a cura di Saraceno, F. (2006) *L'economia della conoscenza*, Il Mulino, Milano
- Foucault, M. (1966) *Les Mots et les Choses - Une archéologie des sciences humaines*, Gallimard, Paris

- Fuller, R.B. (1969) *Operating Manual for Spaceship Earth*, Lars Müller Publishers, Zurich. Edizione italiana a cura di Snyder, J. e Di Dato, V. (2018) *Manuale operativo per la navicella spaziale Terra*, Il Saggiatore, Milano
- Gaba, D. (2014) "Recent Evolutions in Social Work in the Context of Development Paradigms: Untangling the Link Between Social Work and Development" in *Revista de Asistență Socială*, Vol.XIII, Issue 4
- Gardner, K. and Lewis, D. (2000) "Dominant Paradigms Overturned or 'Business as Usual'? Development Discourse and the White Paper on International Development" in *Critique of Anthropology*, Vol.20, n.1
- Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Harvard
- Georgescu-Roegen, N. (1975) "Energy and Economic Myths" in *Southern Economic Journal*, Vol.41, n.3
- GeSI and Deloitte (2019) *Digital with Purpose: Delivering a SMARTer 2030*
- Gille, B. (1978) *Histoire des techniques*, Gallimard, Parigi. Edizione italiana a cura di Tarisani, C. (1985) *Storia delle tecniche*, Editori Riuniti, Roma
- Goldsmith, E. and Allen, R. (1972) *A blueprint for survival*, The Ecologist, London. Edizione italiana a cura di Menozzi, G. (1973) *La morte ecologica. Progetto per la sopravvivenza*, Laterza, Bari
- Gollier, C.; Bruno, J. and Treich, N. (2000) "Scientific Progress and Irreversibility: An Economic Interpretation of the Precautionary Principle" in *Journal of Public Economics*, Vol.75, Issue 2, Elsevier
- Hagel III, J.; Brown, J. and Davison, L. (2009) "The Big Shift Measuring the Forces of Change" in *Harvard business review*. Vol.87, n.7-8
- Hamilton, C. (2013) *Earthmasters. The Dawn of the Age of Climate Engineering*, Yale University Press
- Henderson, R. (2020) *Reimagining Capitalism in a World on Fire*, PublicAffairs, New York. Edizione Italiana a cura di Bassotti, P. (2020) *Nel mondo che brucia. Ripensare il capitalismo per la sopravvivenza del pianeta*, Luiss University Press, Roma
- Holton, R.J. (1984) "Cities and the transitions to capitalism and socialism" in *International Journal of Urban and Regional research*, Vol.8, John Wiley & Sons
- Ito, J. and Howe, J. (2016) *Whiplash - How to survive our faster future*, Grand Central Publishing, New York. Edizione italiana a cura di Vegetti, M. (2017) *Al passo col futuro. Come sopravvivere all'imprevedibile accelerazione del mondo*, Egea, Milano
- IUCN, International Union for Conservation of Nature, UNEP, United Nation Environment Program, and WWF, World Wildlife Fund (1980) *World Conservation Strategy of the Living Natural Resources for a Sustainable Development*

- Jonas, H. (1979) *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Insel, Frankfurt am Main. Edizione italiana a cura di Portinaro, P.P. (2002) *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino
- Kagermann, H.; Helbig, J.; Hellinger, A. and Wahlster, W. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry*, Final report Working Group
- Kuhn, T.S. (1962) *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, Chicago
- La Trofa, F. (2022) "Legge di Moore: superata o più valida che mai?", *Tech4Future*, online
- Latouche, S. (2004) *Survivre au développement. De la décolonisation de l'imaginaire économique à la construction d'une société alternative*, Mille et une nuits, Paris. Edizione italiana a cura di Grillenzoni, F. (2005) *Come sopravvivere allo sviluppo. Dalla decolonizzazione dell'immaginario economico alla costruzione di una società alternativa*, Bollati Boringhieri, Torino
- Latour, B. (1998) *La scienza in azione. Introduzione alla sociologia della scienza*, Einaudi, Torino
- Latour, B. (2020) *La sfida di Gaia. Il nuovo regime climatico*, Meltemi, Milano
- Lauria, M. e Azzalin, M. (2021) "Paradigm" in *Agathón International Journal of Architecture, Art and Design* n.9. Palermo University Press, Palermo
- Lovelock, J. (1991) *Healing Gaia*, Harmony Books, New York
- Lovelock, J. (2016) *The earth and I*, Taschen, Colonia
- Louis, E. and Ghai, D. (1976) "Employment Problems in Developing Countries: Lessons from the World Employment Programme" in Cairncross, C. and Puri, M. (edited by) *Employment, Income Distribution and Development Strategy: Problems of the Developing Countries*, Palgrave, London
- Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J. and Behrens III, W.W. (1972) *The Limits to Growth - A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books, New York. Edizione italiana a cura di Macaluso, F. (1983) *I limiti dello sviluppo*, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, Milano
- Meadows, D.H.; Meadows, D.L. and Randers, J. (1992) *Beyond the Limits - Global Collapse or a Sustainable Future*, Earthscan, London
- Meadows, D.H.; Randers, J. and Meadows, D.L. (2004) *Limits to Growth - The 30-Year Update*, Chelsea Green Publishing, New York
- Merchant, C. (1980) *The Deth of Nature*, Harper & Row, New York. Edizione italiana a cura di Savoia, P. (1988) *La morte della natura, Le donne, l'ecologia e la rivoluzione scientifica*, Garzanti, Milano
- Mohan, G. and Stokke, K. (2000) "Participatory Development and Empowerment: The Dangers of Localism" in *Third World Quarterly*, Vol.21, Issue 2, Taylor & Francis Online
- Moore, G.E. (1965) "Cramming More Components onto Integrated Circuits", *Electronics Magazine*, Vol.38

- Morton, T. (2013) *Hyperobjects - Philosophy and Ecology After the End of the World*, University of Minnesota Press, Minneapolis. Edizione italiana a cura di Santarcangelo, V. (2018) *Iperoggetti*, Nero Editions, Roma
- Nixon, R. (2011) *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*, Harvard University Press, London
- OECD - Organisation For Economic Co-Operation and Development (1996) OCDE-GD(96)102 *The knowledge-based economy*
- Oesterreich, T.D. and Teuteberg, F. (2016) "Understanding the Implications of Digitisation and Automation in the Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of a Research Agenda for the Construction Industry" in *Computers in Industry*, Vol.83
- ONU (2015) *Resolution adopted by the General Assembly on 25,09.2015. Transforming our world. The 2030 Agenda for Sustainable Development*
- Oreskes, N., Conway, E.M. (2010) *Merchants of Doubt*, Bloomsbury, New York 2010
- Pallotti, A. and Zamponi, M. (2014) *Le parole dello sviluppo. Metodi e politiche della cooperazione internazionale*, Carocci Editore, Roma
- PwC - PricewaterhouseCoopers (2016) *Global Industry 4.0 Survey. Industry 4.0: Building the digital enterprise*
- Rifkin, J. (2011) *The Third Industrial Revolution - How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Palgrave MacMillan, New York. Edizione italiana a cura di Canton, P. (2011) *La terza rivoluzione industriale. Come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo*, Mondadori, Milano
- Rifkin, J. (2022) *The Age of Resilience: Reimagining Existence on a Rewilding Earth*, St. Martin's Press. Edizione italiana a cura di Cannillo, T. (2022) *L'età della resilienza. Ripensare l'esistenza su una terra che si rinaturalizza*, Mondadori, Milano
- Rostow, W. (1960) *The Stages of Economic Growth. A Non-Communist Manifesto*, University Press, Cambridge
- Rullani, E. (2004) *Economia della conoscenza. Creatività e valore nel capitalismo delle reti*, Edizioni Carocci, Roma
- Samuelson, P. (1954) "The Pure Theory of Public Expenditure", in *The Review of Economics and Statistics*, Vol.36, n.4
- Sassoan, D. (2019) *The Anxious Triumph: a Global History of Capitalism 1860-1914*, Penguin, London. Edizione italiana a cura di Lucca, P. (2022) *Il trionfo ansioso. Storia globale del capitalismo 1860-1914*, Garzanti Editore, Milano
- Schwab, K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum. Edizione italiana a cura di ADAPT (2016) *La quarta rivoluzione industriale*, Franco Angeli, Milano
- Schwab, K. (2018) *Shaping the Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum. Edizione italiana a cura di ADAPT (2019) *Governare la quarta rivoluzione industriale*, Franco Angeli, Milano

- Scruton, R. (2013) *Green Philosophy: How to think seriously about the planet*, Atlantic Books Ltd., London
- Steinberg, T.L. (1986) "An ecological perspective on the origins of industrialization" in *Environmental review*, n.4
- Solis, B. (2016) *The race against Digital Darwinism. Six stages of digital transformation*, Altimeter, San Francisco
- Stavenhagen, R. (2003) *Needs, Rights and Social Development*. United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD)
- Streeten, P. (1981) "From Growth to Basic Needs" in *Development Perspectives*, Palgrave Macmillan, London
- Tommasoli, M. (2013) *Politiche di cooperazione internazionale. Analisi e valutazione*, Carocci Editore, Roma
- Toynbee, A. (1884) *Lectures on the industrial revolution of the 18th century in England*, Rivington's, London
- United Nations (1987) *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development
- Waldrop, M.M. (2016) "More than Moore", *Nature*, Vol.530
- Weisman, A. (2007) *The World Without Us*, St. Martin's Thomas Dunne Books, New York. Edizione Italiana a cura di Gobetti, N. (2008) *Il mondo senza di noi*, Einaudi, Torino
- Waters, C.N.; Zalasiewicz, J.; Summerhayes, C.; Barnosky, A.D.; Poirier, C.; Gąsuzka, A.; Cearreta, A.; Edgeworth, M.; Ellis, E.C.; Ellis, M.; Jeandel, C.; Leinfelder, R.; McNeill, J.R.; Richter, D.B.; Steffen, W.; Syvitski, J.; Vidas, D.; Wagemann, M.; Williams, M.; Zhisheng, A.; Grinevald, J.; Odada, E.; Oreskes, N. and Wolfe, A.P. (2016) "The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene", *Science*, n.351
- WGA - Working Group on the Anthropocene (2019) *What is the Anthropocene? - Current definition and status*, Subcommission on Quaternary Stratigraphy
- World Economic Forum (2022) *Global Risks Report 2022*

2. TRANSIZIONI, TRASFORMAZIONI

2.1 Habitat, abitare

Nel corso dei secoli, come esplicitato nel corpo del primo capitolo, le rivoluzioni scientifiche e industriali, quelle del pensiero e della tecnica, hanno accompagnato e al tempo stesso alimentato l'affermazione e il conseguente avvicinarsi di diversi paradigmi.

Ne abbiamo osservato e studiato le transizioni, non sempre lineari, da quello della Crescita Infinita a quello Ecologico, e di questo, il suo attuale riconfigurarsi in una dimensione digitale che, tuttora in dinamica evoluzione, già è affiancata da un nuovo immanente carattere informazionale.

La loro declinazione e contestualizzazione all'interno del complesso dominio delle azioni di trasformazione antropica dell'ambiente, se da un lato richiamano opportunamente la critica mossa da Martin Heidegger alla tecnica, che egli non rigetta ma considera affatto neutrale rispetto alla modalità con cui gli esseri umani si relazionano tra loro e con l'ambiente (Heidegger, 1953); dall'altro, queste stesse transizioni, portano in dote una struttura terminologica ricorrente e qualificante che si esplicita nelle correlazioni tra due termini. Habitat e Abitare.

Questi, chiamati a loro volta a confrontarsi in un *continuum* spazio-temporale con altrettante dimensioni, sovrascalari e sistemiche, rimandano naturalmente ai campi dell'Ecologia e dell'Economia, configurando al tempo stesso perimetrazioni specifiche e disciplinari.

Aprono a riflessioni alle quali va assegnata centralità nella narrazione di una originale visione olistica del rapporto tra l'uomo (le civiltà, le società) e il pianeta (l'ambiente, la natura).

Un rapporto che si inverte nelle modificazioni prevaricatrici del primo nei confronti del secondo e che rimanda all'azione trasformativa di cui ne è responsabile e interprete - sebbene non esclusivamente - il settore delle costruzioni.

A questo, infatti, in virtù di una riconosciuta e storicizzata scarsa e poco efficace attenzione alla questione ambientale, gli si attribuisce un ruolo, sempre più intellegibile in una relazione di causa-effetto, rispetto ai crescenti impatti sugli equilibri naturali. (UNEP, 2022)

Ma tornando alla questione terminologica è significativo sottolineare che, sia pur riferite ad ambiti disciplinari, contesti e scale differenti, la coppia di termini Habitat e Abitare, nonché quella di Ecologia ed Economia, che ne offre chiavi di lettura, rimandano a radici comuni a due a due. Sempre in coppia, inoltre, afferiscono reciprocamente a medesimi campi semantici.

Habitat e abitare, già intuitivamente e intimamente relazionati tra loro, sono termini che derivano entrambi dal latino *habeo* che significa soler avere, abitare, dimorare.

È possibile riconoscere in essi l'idea dell'iterazione, della consuetudine, dello stare in un posto in modo continuativo.

Assumendo, sulla base di tale accezione, che *habitare* equivalga a tenere per un lungo tempo, o trovarsi per molto tempo in un luogo, "abitare", allora, può correttamente rimandare ad una precisa idea di occupazione stabile di un habitat dove si svolgono le principali attività quotidiane di una comunità.

Secondo le discipline della biologia, la definizione di habitat richiama l'insieme delle condizioni ambientali necessarie alla sopravvivenza di una specie; indica il luogo dove tale specie può vivere e riprodursi, garantendogli, per caratteristiche, la qualità della vita.

D'altro canto, le abitudini di un gruppo di esseri viventi e dei loro simili, si formano attraverso le interazioni con i relativi ecosistemi.

E ciò vale anche per l'uomo che, ancora secondo Heidegger, abita quando riesce ad orientarsi e identificarsi in un ambiente, attivando uno stretto legame tra luoghi (habitat) e costumi (abitare). La loro intersezione dà vita all'identità stessa tanto di un singolo, quanto di una comunità.

Parallelamente, stabilirsi in un posto, renderlo abitabile, prendersene cura, tutto questo, secondo Roger Scruton, fa parte di una naturale tendenza umana che, nell'opporsi all'entropia, ricerca un equilibrio tra i sistemi. (Scruton, 2013)

Non è possibile quindi separare l'habitat dagli esseri viventi che lo popolano, così come appare sempre più operazione impervia, separare il naturale dall'antropico. Ambiente, paesaggio, territorio, città, infrastrutture, reti, architetture, edilizia sono componenti imprescindibili di uno stesso habitat in cui l'artificiale deve necessariamente trovare nuove metriche di relazione con il naturale e rinnovati processi di osmosi e metabolismo. (Lucarelli, 2006)

Insieme alla flora, alla fauna, agli esseri viventi in generale, costituiscono uno stesso ecosistema di cui - come anticipato con riferimento agli studi di Luciano Floridi - finanche la dimensione digitale e le informazioni ne costituiscono rimarchevole parte integrante.

Un nuovo ambiente, anche informazionale.

Rispetto a quest'ultimo, va già configurandosi la necessità di «un progetto umano per il XXI secolo», una nuova narrazione che tratti parimenti tutte le forme di esistenza: quelle naturali, uomo compreso, e gli artefatti artificiali, sintetici, ibridi e ingegnerizzati. Il compito - arduo - è quello di formulare un'etica e-cologica, per l'infosfera che va pensata come un ambiente-spazio comune a beneficio di tutti. (Floridi, 2022)

Anche Mosè Ricci riflette sull'habitat e l'abitare. «Mentre tutto cambia vorticosamente, nella rete e nei dispositivi digitali, nel mondo materiale non è così». Questa fase, secondo l'autore, richiede nuovi paradigmi, come nuovi punti di vista sul futuro e una nuova idea di progetto dello spazio fisico. Si tratta di una sfida che nel valorizzare l'esistente utilizza dispositivi concettuali capaci di operare sul senso e sui nuovi cicli di vita degli spazi abitabili. «Una sfida che consideri il contesto come progetto, il paesaggio come un'infrastruttura ecologica e il futuro della città un progetto collettivo e non autoriale». (Ricci, 2019)

Il concetto di habitat, arricchito da tali caratteri, configura dunque una realtà esponenzialmente sempre più complessa e articolata. Tuttavia, anche nel passato l'habitat, e quindi la condizione dell'abitare, non sono stati unicamente e semplicisticamente circoscritti. Mai riferiti alle sole funzioni del risiedere, hanno sempre incorporato altri bisogni, la difesa, la sopravvivenza, il senso di comunità, il prendersi cura vicendevole da parte dei suoi abitanti in caso di bisogno.

Oggi, l'abitare contemporaneo è in primo luogo assimilato ad un vero e proprio diritto di cui dovrebbe poterne godere ogni singolo abitante della terra, "the right to adequate housing". (UNH, 2009)

Deve necessariamente confrontarsi con dimensioni spaziali ecosistemiche, caratterizzate da innovate esigenze di inclusione e condivisione che convergono verso modalità di “connessione” diffusa.

Traguarda, infine, configurazioni, come il metaverso, cariche in taluni casi anche di valenze controverse. Quest’ultimo è luogo tridimensionale, di comunione e socialità, per sua natura transitorio, instabile, reversibile, flessibile. Un habitat di mondi digitali, creato online e simile a quello reale, popolato dalle nostre stesse identità virtuali, sottoposte tuttavia a minacce cui siamo affatto preparati. (Rijmenam, 2022; Ball, 2022)

Analogamente, nei luoghi reali si impongono nuove intrinseche esigenze improntate con sempre maggiore evidenza alla transitorietà delle condizioni di uso e alle medesime, richiamate ma declinate diversamente, esigenze di reversibilità, flessibilità e adattabilità dei sistemi costruiti.

Il che sembrerebbe ridurre le distanze tra il reale e il virtuale.

Con il primo che sembra voler assumere i caratteri del secondo e, quest’ultimo, le sembianze del primo.

La stessa pandemia ha dato un contributo in questa direzione.

Ci ha indotto a ripensare, tanto nei termini qualificanti i loro significati, quanto nelle reciproche relazioni, comportamenti, spazi, quotidianità personale, relazionale e di lavoro. I suoi effetti hanno impattato direttamente non soltanto sulle consuetudini di allora e sulle relative necessità, ma anche sui modi e sulle aspettative dei singoli individui e delle comunità nel post-pandemia.

Gli esiti sono già diffusi. Durante la pandemia un nuovo habitat - l’infosfera teorizzata da Luciani Floridi - si è affiancato a quello tradizionale - la biosfera - aiutando a superare situazioni contingenti, grazie ad una dimensione di costante connessione “onlife”. (Floridi, 2015)

Tutte condizioni che, insieme, fanno riferimento a quella “policrisi” che, enfatizzata dagli aspetti, magmatici e pervasivi, e dalle conseguenze, ancora non del tutto delineate, della pandemia, rappresenta uno dei caratteri dell’attuale fase di cambiamento. (Losasso, 2022)

Alle componenti dell’abitare improvvisamente è stata richiesta una nuova capacità di adattamento, di conformità a diversi e pressanti requisiti di sicurezza, benessere, vivibilità, connettività, caratterizzati da una sempre più pervasiva “presenza” digitale.

Emerge la necessità di standard di qualità spaziali degli habitat rispondenti a cambiamenti nei comportamenti e nei modelli di vita. Capaci, superata l'emergenza pandemica, di potersi applicare con altrettanta efficacia a scenari post pandemici - se non addirittura a imprevedibili nuove pandemie - in cui vita privata e lavoro si confondono e si sovrappongono, inevitabilmente, sempre più spesso e sempre più a lungo, con evidenti ricadute pratiche in ogni attività umana.

Per tali ragioni, ma anche per via di cause con origini, in parte assimilabili a questioni di portata più ampia e, in parte connesse agli eventi degli ultimi anni che ne hanno determinato una loro riproposizione, è posto in discussione anche uno dei principi da sempre abbinati alla casa. Il suo essere durevole.

Espressione di un'idea tradizionale dell'abitare - la casa come bene rifugio - da sempre, presuppone un'idea di "permanenza", non necessariamente stabile in un luogo, ma, comunque, di un *continuum* temporale di valori simbolici, culturali, storici e insieme tecnici, funzionali ed economici. (Lauria, 2008; Bologna, 2018)

Oggi, in contrapposizione all'idea di durabilità, che nella sua più immediata trasposizione logica richiama ancora il concetto di permanenza, le improvvise mutazioni dei modelli di vita di cui si è detto, così come le urgenze di salvaguardia delle risorse non rinnovabili, individuano nel principio della "temporaneità" una possibile quanto concreta opzione complementare, affatto preclusiva dello stesso concetto di permanenza.

Da un lato, costituisce il requisito attraverso il quale conferire agli edifici i necessari caratteri, già richiamati e oramai ineludibili, di transitorietà, disassemblabilità, reversibilità, adattabilità, al fine di consentirne riconfigurazioni più confacenti alle esigenze in dinamico mutamento. (Gregotti, 2006; Faroldi, 2016)

Dall'altro, lo stesso principio della temporaneità, configura un approccio fondato sull'idea che le trasformazioni antropiche debbano possedere i caratteri della provvisorietà in modo tale da consentire il ripristino delle condizioni ambientali originarie. Una posizione ideologica radicale, secondo la quale l'ambiente, il territorio avrebbero dovuto, e dovrebbero essere riconosciute, quali uniche risorse permanenti. Unici riferimenti e vincoli delle attività trasformative.

Nonostante i moniti espressi fin dalla metà del secolo precedente, la terra nel suo insieme ha tuttavia continuato ad essere percepita come una prateria sterminata da conquistare e non come un sistema chiuso con spazi limitati e risorse finite da gestire con attenzione. (Boulding, 1966; Fuller, 1969)

D'altro canto, da sempre nella storia delle costruzioni, permanenza e temporaneità hanno tracciato un percorso di sviluppo autonomo ma al tempo stesso anche sincrono e parallelo, coinvolgendo l'architettura (Kronenburg, 2008; Perriccioli, 2018) così come l'urbanistica (Bishop and Williams, 2012; Bertino et alii, 2019), mettendo in risalto le potenzialità reciproche in risposta alle dinamiche sociali, economiche e agli impatti sull'ambiente.

Attenzioni a cui si aggiungono oggi le questioni connesse alla finitezza delle risorse, al loro recupero e riciclo, alla riduzione del consumo di suolo, in un'ottica generale di sostenibilità ambientale.

Negli ultimi decenni, le profonde trasformazioni ambientali, economiche e culturali che hanno coinvolto, modificandoli, talvolta anche radicalmente, asset territoriali e sociali, hanno di fatto accelerato e alimentato il manifestarsi di fenomeni naturali estremi al punto tale da riconoscere alla natura stessa dell'abitare contemporaneo uno stato di "persistente emergenza". (Bologna e Terpolilli, 2005)

Le medesime trasformazioni hanno influenzato anche i fenomeni antropologici di stanzialità, spostamento e migrazione.

Alla tradizionale e diffusa lentezza che ne aveva caratterizzato per secoli l'evolversi, oggi va sostituendosi una dinamicità inedita, che genera uno stato di costante instabilità-temporaneità-transitorietà all'interno dei tessuti fisici e relazionali. Nascono e si affermano, diffondendosi rapidamente, nuovi stili di vita, basati sulla velocità, sulla mobilità e sulla connettività globale: dal dinamismo sociale prefigurato da Zygmunt Bauman, (Bauman, 1997) alla diffusione della cultura dell'abitazione transitoria. (Bologna, 2002)

Urbanesimo e abbandono dei centri minori, immigrazione, ma anche funzioni stagionali legate all'abitare e, ancora, fenomeni di gentrificazione, definiscono oggi nuove condizioni che di fatto, nell'erodere il portato del concetto di permanenza, esaltano in parte alcuni dei caratteri della temporaneità che sembra assurgere a «riferimento paradigmatico nello scenario dell'abitare contemporaneo». (Bertoldini e Campioli, 2009)

Vengono meno in questo quadro i termini della tradizionale dicotomia permanenza-temporaneità a favore, molto più prosaicamente, di un'opportuna proposizione di più appropriati e sostenibili livelli di durabilità secondo scenari di temporaneità di breve, medio o lungo termine.

A tali riflessioni si aggiunge la circostanza che oggi sembra emergere una potenziale ed ulteriore declinazione di habitat. Non più solo condizione locale, intima, particolare, circoscritta. Ma, per via delle immense possibilità di connessioni fisiche e digitali, anche globale.

Globale e locale al tempo stesso, nodo di una rete complessa.

Emergono in questo contesto nuove quanto storiche fragilità.

Dai fenomeni di urbanizzazione e di industrializzazione, mai interrottisi dalla prima rivoluzione industriale, ai consequenziali e complementari fenomeni connessi ai cambiamenti climatici, all'inquinamento, al consumo di suolo, agli impatti sulla biodiversità. Tutte chiare minacce globali tanto per l'habitat-città che per l'habitat-natura, così come per l'uomo e, al pari di esso, per tutti gli esseri viventi, che in tali habitat vivono.

L'Habitat urbano, in particolare, secondo un recente Rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, a causa della ormai riconosciuta incapacità di metabolizzare i propri processi di crescita, è diventato il luogo di massima concentrazione contemporanea di vulnerabilità diffuse e significativa esposizione a rischi di origine naturale o derivati dalle attività umane. (EEA, 2020; EEA, 2021)

Le città sono i luoghi dove si trovano le maggiori contraddizioni e, contemporaneamente, le più grandi potenzialità per i cambiamenti della nostra epoca. (Antonini e Tucci, 2017)

Dove, il mix di cementificazione, superfici asfaltate e inquinamento fa sì che, a causa del fenomeno dell'isola di calore, le temperature possano essere fino a 10°C superiori rispetto alle zone circostanti e i rischi, in termini di consumi energetici e inquinamento, enormemente amplificati.

Dove, come denunciato nel Report presentato nel corso del summit dello United Nations Climate Change di Bonn nel 2018, viveva già allora più del 50% della popolazione mondiale. E sebbene tale condizione avesse già assunto la dimensione dell'emergenza, le previsioni indicano che entro il 2050 tale numero è destinato ad aumentare ancora, fino a raggiungere un valore pari al 70%. (UNFCCC, 2018; UN, 2022)

Crescita che avviene di pari passo con il fenomeno della sovrappopolazione globale che, secondo una stima delle Nazioni Unite, nel novembre 2022, ha superato gli 8 miliardi di abitanti.

Condizioni che impongono di guardare agli interventi antropici - e agli stessi termini *habitat* e *abitare* che ne configurano e perimetrano gli ambiti spaziali e relazionali - in una prospettiva che assuma come centrali, contemporaneamente, le ragioni ecologiche ed economiche che le presiedono e alle quali fanno da sfondo quelle sociali. (OECD, 2004; UNEP, 2022)

Habitat e *abitare* si confrontano dunque, inevitabilmente, con le dimensioni onnipresenti di “ecologia” ed “economia”.

Due termini, che - al pari di *Habitat* e *Abitare* con riferimento ad *Habeo* - sono caratterizzati da una radice linguistica comune: *oikos*, in greco antico casa.

Ecologia è, letteralmente, *logos*, discorso, nel senso di studio sulla casa, *oikos* appunto. La casa in questione è evidentemente il nostro pianeta, il nostro *habitat*. *Abitazione* comune di piante, animali e uomini.

Lo scienziato tedesco Ernst Haeckel, che conì il termine ecologia nel 1866, nel libro *Generelle Morphologie der Organismen*, la definì come «the body of knowledge concerning the economy of nature», affermandone in tal modo lo stretto legame linguistico con il termine stesso di economia. La quale economia, a sua volta, deriva dall'unione di *oikos* con *nomos*, norma o legge. Designa il *nomos* domestico, la regola, la gestione, l'amministrazione, l'ordine della casa.

Parimenti, *Oikophilia* - in greco amore per la casa - è, secondo Roger Scruton, il termine che meglio sintetizza la capacità di conoscere e amare il nostro pianeta - l'*oikos*. Secondo il filosofo, ogni individuo dovrebbe assumere una propria responsabilità personale e promuovere la cura dell'ambiente come se fosse casa propria. Gli *oikofili*, recuperandone il profondo significato originario, divengono così gli amministratori di un'eredità da trasmettere ai successori. (Scruton, 2013)

Ecologia ed economia esprimono, allora, entrambe, un significato che, se riferito alle origini, è ben più ampio di quello circoscritto dai reciproci aspetti puramente disciplinari.

Ne travalica i rispettivi perimetri attivando nuove relazioni.

Ed è proprio al riconoscimento del significato originario ed esteso dei due termini che va ricondotta l'affermazione, intorno alla metà del XX secolo, dell'Economia dell'ambiente. (Samuelson, 1954; Bator, 1958; Barnett and Morse, 1963) Branca della disciplina economica, considera e integra nei decenni a seguire il concetto di risorsa, e insieme di “limite”, con quello di mercato, combinando economia delle risorse naturali ed economia dell'energia. (Pearce, 2002; Turner et alii, 2003; De Santoli, 2022)

Considera, parimenti, i costi e i benefici delle politiche ambientali, la stima del valore delle risorse naturali e le conseguenze dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici sull'economia e il benessere delle persone. (Ostrom and Hess, 2006; Nordhaus, 2019)

Ciò appare oggi in linea con i termini del dibattito che con sempre maggiore consapevolezza orientano verso la definizione e l'attuazione di politiche e strategie in grado di conciliare sviluppo, da un lato, e attenzione verso l'ambiente, dall'altro. Traguardando benefici economici attraverso approcci compatibili. (Kube et alii, 2018)

Temi, come si è detto, anticipati alla fine del secolo scorso quando la crisi petrolifera del 1973 diede spunto a una serie di analisi sul rapporto tra utilizzo delle risorse naturali, specialmente le risorse non rinnovabili, e la crescita economica, nonché a studi che analizzarono empiricamente la relazione tra crescita economica e degrado ambientale, portando alla definitiva affermazione della nuova Economia ecologica. (Boulding, 1966; Georgescu-Roegen, 1971; Grossman and Krueger, 1995)

Emerge, contemporaneamente, negli stessi anni e con sempre maggiore forza anche un'altra accezione del termine economia, collegata ad una delle principali risorse della contemporaneità, la conoscenza, che nelle sue attuali declinazioni di risorsa trova inizialmente espressione nella disciplina dell'Economia dell'informazione (Bell, 1973) e, in seguito, nell'Economia della conoscenza. (Foray, 2000)

«Un grande cambiamento che» secondo l'economista Enzo Rullani «si è ormai compiuto: la nostra economia reale è diventata un'economia in cui è la conoscenza che viene messa al lavoro. Viviamo di conseguenza in una forma di capitalismo cognitivo di cui occorre capire le leggi e le possibilità». (Rullani, 2004)

Un aspetto che il criterio evolutivo della piramide DIKW, Data, Information, Knowledge, Wisdom, attraverso i passaggi dai dati alle informazioni, raffigurava già all'epoca della sua teorizzazione. (Henry, 1974)

Ne consegue, nella contemporaneità, la necessità di costruire lessici condivisi (knowledge base) per favorire la circolazione delle conoscenze (knowledge shared) che, oltre a costituire una risorsa strategica oramai di eccezionale valore, potrebbero essere efficacemente utilizzate in tutti i processi decisionali. Ivi compresi quelli che presiedono le azioni di trasformazione antropica dell'ambiente.

In questo quadro, si riconoscono oggi alle tecnologie digitali, significativi impatti nel miglioramento della qualità e adeguatezza dei flussi informativi a supporto proprio di tali processi decisionali e/o comunicativi.

Si configurano nuove opportunità e prendono corpo, superate le differenti accezioni aggettivanti la nostra conoscenza - embodied, embedded, enacted, extended - modalità cognitive differenti basate sulle interazioni dinamiche tra la mente, il corpo e i “dispositivi intelligenti”.

I sistemi digitali diventano ecosistemi di elementi umani e tecnologici che interagiscono tra loro attraverso uno scambio bidirezionale di informazioni. I dispositivi tecnici mediano comportamenti e relazioni sociali, che a loro volta si riflettono nei dispositivi medesimi che auto-apprendono in un rapporto sempre più simbiotico con l'uomo.

Un fil rouge che unisce, in un contesto ampio caratterizzato da molteplici temi e dibattiti, i termini Habitat e abitare; ecologia ed economia.

Questi, analizzati indifferentemente in ambiti circoscritti o, di contro, generali, seguono comunque logiche transdisciplinari, coinvolgendo contemporaneamente scienza, tecnologia, tecnica ma anche filosofia, sociologia, antropologia.

Transizioni e/o parimenti trasformazioni, che, se riferite ad un pensiero sistemico e ad una realtà definita da una rete complessa di fenomeni interconnessi e interdipendenti, stanno spostando il focus dalle cose alle relazioni tra le cose, declinando nuove e immanenti caratterizzazioni tanto degli habitat quanto dell'abitare conseguente. Nuove processualità in cui l'iterazione-integrazione tra materialità e immaterialità, propri dell'Economia della conoscenza, esprimono i caratteri delle attuali trasformazioni degli statuti e dei processi produttivi e le conseguenti attese innovazioni, anche per il settore delle costruzioni.

2.2 Costruire

L'uomo da sempre ha coltivato l'ambizione di migliorare la propria condizione di vita. Per questo fine ha investito tutte le proprie energie, le risorse e le potenzialità che nel corso della storia la tecnica, il progresso scientifico e tecnologico gli hanno messo a disposizione.

Una tendenza che sembrerebbe non essere mutata oggi, in un'epoca in cui l'innovazione e le capacità di manipolare la materia hanno reso e rendono pressoché smisurati gli obiettivi ammissibili, anche quelli ancora impensabili, e velocemente - esponenzialmente verrebbe da dire - in crescita le potenzialità concrete di raggiungerli.

Tuttavia, proprio per tale ragione, che sembrerebbe continuare a non voler fare i conti con il concetto di “limite”, l’industria mondiale - e in particolare il settore delle costruzioni a cui sono riconosciuti i maggior impatti sugli equilibri degli ecosistemi - è chiamata ad introdurre nella definizione dei propri statuti e nel governo dei propri processi, valutazioni altre, che rispetto al mero traguardo del profitto, considerino se non prioritarie, quanto meno paritetiche, anche le questioni ambientali, così come quelle sociali.

In ambito disciplinare il dibattito affonda le proprie radici in un passato non recente. Giuseppe Ciribini, negli anni 80, nell’affermare l’interdipendenza uomo-ambiente-tecnologia ma anche conoscenze-azioni-impatti, definiva quali approcci di cultura tecnologica riferiti alle trasformazioni antropiche «ciò che promana, in un dato momento, da una società umana ossia da un gruppo di uomini associati per il controllo del loro rapporto con la natura e dei rapporti fra essi all’interno del gruppo e con altri gruppi in termini di espressioni di comunicazione e di produzione». Egli aggiungeva inoltre che detti approcci dovessero riferirsi ad «un insieme di conoscenze che concernono l’analisi e la previsione circa l’impatto che la tecnologia, vista come espressione globale di una cultura spirituale e materiale, ha oggi e avrà domani sulla vita dell’uomo (individuo e società) in relazione all’ambiente fisico e biologico in cui egli è posto». (Ciribini, 1984)

Riflessioni che sembrano anticipare i traguardi fissati oggi dagli indirizzi del rapporto UE Industry 5.0 finalizzati ad orientare le trasformazioni e le transizioni in atto verso un’industria europea sostenibile, centrata sull’uomo e resiliente. (EU, 2021b)

A partire dalla prima decade degli anni Duemila, le politiche di Industria 4.0 attraverso la definizione delle Key Enabling Technologies, KET, avevano già introdotto approcci innovativi di tipo sistemico che, via via implementati in tutti i settori produttivi, hanno coinvolto, sia pure con estrema lentezza, anche le catene di valore interne a quello delle costruzioni. (Kagermann et alii, 2013; Oesterreich and Teuteberg, 2016; Maskuriy et alii, 2019)

Il neologismo Construction 4.0 ne costituisce il riferimento specifico e rimanda all’obiettivo di progressiva digitalizzazione dei prodotti e dei processi edilizi. (Lekan et alii, 2020; Muñoz-La Rivera et alii, 2020; Begić and Galić, 2021; Karmakar and Delhi, 2021; Turner et alii, 2021)

Fondante ne è il principio di integrazione, definito attraverso i suoi tre aspetti caratterizzanti e le reciproche relazioni. Orizzontale, digitale end-to-end e verticale.

L'integrazione orizzontale si attiva tra le diverse catene di valore e presuppone l'utilizzo di tecnologie digitali per l'interconnessione e lo scambio dei dati relativi ai prodotti edilizi tra i diversi attori della filiera.

L'integrazione end-to-end - Product Life-cycle Management, PLM - si attiva ad un livello di complessità maggiore introducendo la gestione, tramite piattaforme basate sul web, delle fasi di progettazione e ingegnerizzazione dei prodotti, nonché della pianificazione ed esecuzione dei processi.

L'integrazione verticale dei sistemi di produzione, infine, riguarda l'interconnessione tra gli strumenti che sono in grado di acquisire, elaborare e scambiare dati nelle diverse fasi del processo.

Un settore in transizione, laddove il termine "transizioni", insieme a "trasformazioni" danno, non per caso, il titolo a questo capitolo.

"Transizioni" rimanda immediatamente al suo abbinamento con le due anime, ecologica e digitale, ormai associate per consapevole consuetudine, oltretutto per auspicabile fine comune. Configura uno «spazio indistinto dove si alternano movimento e stati» ovvero «il luogo metafisico in cui si muove oggi la cultura del progetto e le istanze di cambiamento di cui questa è portatrice». (D'Ambrosio et alii, 2021)

Ben descrive, secondo Mario Losasso, un processo finalizzato al raggiungimento di obiettivi Climate Neutral e di adattamento agli incrementi delle temperature medie del pianeta. (Losasso, 2021)

Propone, secondo l'accezione assunta in questo volume, una narrazione non neutrale e fortemente focalizzata sul settore delle costruzioni.

Di "trasformazioni", viceversa, si intende evidenziarne la doppia valenza semantica rispetto al "costruire".

In primo luogo, "trasformazioni" rimanda ai traguardi verso cui il settore si rivolge attraverso l'avvio di una revisione, di un improcrastinabile processo di attualizzazione degli statuti che lo sovrintendono e che governano in generale l'atto del costruire. Si tratta, in definitiva, di considerare in una diversa ottica questioni già note e in parte sperimentate, connesse alla definitiva affermazione di modalità di governo del processo edilizio che mettano in valore tutte le potenzialità offerte dall'innovazione.

Un processo generale di crescita la cui affermazione potrà tuttavia avverarsi solo attraverso concrete e realistiche azioni di autodeterminazione e di autoregolamentazione. Queste saranno chiamate a confrontarsi, principalmente, con la necessità di configurare processi, definire procedimenti, introdurre strumenti, fissare e statuire nuovi requisiti in risposta a sempre più specifiche e mutevoli esigenze. Di declinare, in ultima analisi, i grandi temi dell'abitare sostenibile, per contribuire al benessere della società.

In secondo luogo, le “trasformazioni” dell'ambiente, del territorio, delle città, in definitiva degli habitat, sono l'esito finale del costruire e dei relativi processi attuativi. Costituiscono i risultati di quelle azioni, talvolta irreversibili, i cui impatti diretti e/o indotti, in termini di inquinamento, aumento dei gas serra antropogenici, innalzamento delle temperature e surriscaldamento globale del pianeta, sono espressioni sempre più tangibili che testimoniano quale sia stato e sia, ad oggi, il ruolo del costruire e quali le sue responsabilità. Diversi gli studi che di queste trasformazioni ne quantificano le conseguenze sull'ambiente, in termini di emissioni globali di gas climalteranti, consumi energetici, in particolare di quelli direttamente imputabili al patrimonio edilizio, consumo di suolo, produzione di rifiuti. (EU, 2016; IEA, 2019; EEA, 2019; EEA, 2021; UNEP, 2022)

Che ne propongono politiche di contrasto o contenimento. (WGBC, 2019, EU-COM, 2021a; IPCC, 2021; IPCC, 2022a; IPCC, 2022b)

Tutte problematiche che, sia a scala globale che locale, appaiono destinate ad aggravarsi nel prossimo futuro dal momento che le stime al 2050 prevedono un ulteriore incremento demografico di circa 2.5 miliardi di persone con le conseguenti ripercussioni in termini di crescita dei processi di antropizzazione del pianeta. (IEA, 2019)

Appare chiaro in generale, come, il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica, non possa prescindere dalla decarbonizzazione del settore. Un imperativo che richiama, contemporaneamente, la valorizzazione delle filiere di utilizzo delle risorse, l'efficientamento e l'incremento della qualità dei processi edilizi.

Obiettivi che convergono inequivocabilmente, tanto nella questione ormai centrale della transizione energetica quanto nelle politiche di riuso del patrimonio edilizio esistente. Queste, inserite nelle più generali strategie programmatiche europee, istruiscono un *corpus* di documenti ambiziosi che tracciano le linee per una concreta azione di trasformazione, anche in un'ottica di circolarità.

Un modello, quello dell'economia circolare, che, introdotto dal Piano d'Azione Europeo per l'Economia Circolare, PEEC, ben si è prestato ad essere via via integrato nell'ambito della programmazione comunitaria, allineandosi agli obiettivi del Green Deal Europeo e della Strategia Europea per l'Energia e per il Clima, decarbonizzazione, valorizzazione delle risorse, riduzione dei rifiuti. (EU, 2020b; EU-COM, 2020a)

Di fatto, detti documenti, nell'introdurre l'obiettivo di circolarità lungo l'intero ciclo di vita degli edifici, confermano la necessità di una forte interazione tra diversi temi strategici. Non più solo quelli, già richiamati, di efficienza energetica, risparmio delle risorse, gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, ma anche quelli della digitalizzazione, che riguardano obiettivi volti a migliorare la durabilità e l'adattabilità degli edifici, e a ridurne gli impatti.

Il quadro delle transizioni e trasformazioni in essere, delineato attraverso le accezioni loro attribuite, l'evolversi delle emergenze ambientali, il corpus di documenti programmatici richiamati, si confrontano in termini antitetici con le resistenze del settore, tra i pochi a non aver ancora del tutto innovato i propri processi di produzione e, parallelamente, con le enormi opportunità derivanti dall'innovazione tecnologica connessa all'attuale Quarta Rivoluzione Industriale.

Uno studio del 2016, i cui risultati appaiono ancora oggi attuali, ha messo in luce come il settore delle costruzioni sia tra quelli con il minore grado di integrazione di tecnologie digitali ICT per la gestione dei flussi di lavoro, risultando secondo soltanto ai settori dell'agricoltura e della caccia. (Agarwal et alii, 2016)

Analogamente sul piano economico, anche gli analisti del Mc Kinsey Global Institute evidenziano come questo settore abbia una lunga tradizione di scarsa produttività dovuta all'altrettanto evidente incapacità di innovazione. (Mc Kinsey Global Institute, 2017)

La spesa legata a questo comparto rappresenta infatti il 13% del PIL mondiale ma la crescita annuale della sua produttività negli ultimi 25 anni risulta solo dell'1%. Gli stessi analisti del Mc Kinsey Global Institut stimano che, viceversa, si potrebbero produrre 1,6 trilioni di dollari di valore aggiunto - riallineando così i valori di crescita economica con la sua incidenza sul PIL - se solo si operasse mettendo in valore le opportunità connesse alle politiche attuative di Industria 4.0, oggi Industria 5.0.

Accanto alle evidenti criticità, appaiono altrettanto chiare le opportunità e le sfide che interesseranno il comparto per i prossimi anni.

“A breakthrough in mindset and technology” (WEF, 2016) e “Reinventing Construction”, (Mc Kinsey Global Institute, 2017) sebbene datate, ne rappresentano, ancora oggi, due tra le principali. Riconosciute come tali, già qualche anno prima, nell’ambito dei lavori della Commissione europea, in cui si affermava con lungimiranza che «Esistono sfide globali che possono trasformarsi in motori di crescita: la salute e la sicurezza, l’efficienza energetica, la bioedilizia, la resilienza, il clima degli ambienti interni, il riutilizzo/recupero/riciclaggio». (EU-COM, 2012)

Sfide via via supportate sia dalla progressiva trasformazione dei modelli di produzione - e insieme di progettazione, costruzione e gestione - in sistemi smart e digitalizzati che consentono di efficientarne i relativi processi; sia dall’altrettanto progressiva affermazione di modelli economici circolari e green, che promuovono logiche di sostenibilità. Nuovi modelli economici e di produzione a cui si aggiungono ulteriori applicazioni sperimentali, a forte matrice digitale: dagli approcci Digital Twin, al Design for Manufacture & Assembly, all’Off Site Manufacturing; dalle diverse declinazioni di Net-Zero e Clean Energy Building a quelle di Smart Grid, Smart City, Smart e Cognitive Building.

Vi è poi un altro fronte sul quale l’innovazione tecnologica induce una trasformazione dell’agire progettuale. Coniugandosi con gli avanzamenti delle neuroscienze, riguarda quegli ambiti di indagine che esplorano come la comprensione dei meccanismi, dei processi cognitivi e percettivi dell’uomo rispetto all’ambiente che lo circonda possa supportare la definizione delle scelte progettuali, nella prospettiva di architetture e spazi urbani configurati in stretta relazione con le esigenze e le condizioni fruibili dell’utenza. (Mussinelli, 2019)

Si tratterebbe, se detti indirizzi fossero effettivamente perseguiti, di un deciso cambio di direzione nell’ambito dei processi produttivi interni al settore che presupporrebbe l’adozione di una serie di politiche tecniche e strategie operative relative all’intero ciclo di vita delle opere. Un cambio di direzione che, posto in relazione alle azioni di conservazione e di trasformazione dell’ambiente costruito, è riconducibile con sempre maggiore evidenza alla necessità di un governo responsabile e sostenibile della fase di uso degli edifici. Fase alla quale oggi si attribuiscono, con altrettanta crescente consapevolezza, extra-costi, non più e non solo, di natura economica, derivanti dalla quantità di energia necessaria per riscaldare, raffreddare, alimentare, gestire in generale gli edifici, ma anche di natura ambientale e sociale.

Un dato quest'ultimo sul quale si erano già espressi con preoccupazione i ricercatori del CIBSE, che, in uno studio del 2012, sostenevano che gli edifici consumano normalmente il doppio di quanto stimato in fase di progettazione. (Menezes, 2012)

Affermazione che sebbene non recente continua ad essere in linea con i dati di consumo energetico del patrimonio edilizio. (UNEP, 2022)

Il rapporto tra le diverse fasi del processo edilizio assume dunque rilevanza in un'ottica di Life Cycle Cost Management. Ben espressa, peraltro, dagli analisti del World Economic Forum che, con riferimento ai principali costi del ciclo di vita, hanno evidenziato che, quelli connessi alle fasi di programmazione, progettazione e realizzazione mostrano un'incidenza, sul totale, del 10-50%, che cresce fino al 40-80% per quelli connessi alla fase esercizio. (WEF, 2016)

Ne deriva, in tutta evidenza, l'emergere di una prioritaria area di criticità costituita dalla fase di Operation and Maintenance, O&M.

Numerosi studi presenti in letteratura e già diffusamente richiamati nel corpo del paragrafo, indirizzano gli sforzi di innovazione e trasformazione del settore proprio verso il governo di questa fase.

È importante ribadire tuttavia che, sebbene, di fatto, i principali costi economici e ambientali si paghino nel corso della fase di esercizio degli edifici, tali costi derivano dalla reiterata incapacità di pianificare, sin dalla fase di progetto, una corretta gestione della fase d'uso. Si pone evidente, in un'ottica di sostenibilità dell'intero ciclo di vita, la relazione tra valutazione della vita utile e Manutenzione. (Azzalin, 2020)

La questione dei "costi", unitamente ai temi - efficienza e sostenibilità e al loro portato teorico-attuativo - confluisce, altresì, nei principali pillars della serie ISO 15686 Buildings and constructed assets - Service life planning. La serie, che fornisce una guida completa relativa al Service Life Planning e alla valutazione della Service Life di componenti e di sistemi edilizi, definisce e mette a sistema metodologie e strumenti per garantire durante il ciclo di vita dell'edificio la più efficiente combinazione di costi di investimento, manutenzione e gestione. Introduce, in particolare, la stima della vita utile in fase di progetto (ISO 15686, Parte 2), quella dei costi, LCC (ISO15686, Parte 5) e degli impatti ambientali nel ciclo di vita (ISO 15686, Parte 6), affermandone la strettissima interdipendenza.

Emergono per l'intero comparto urgenze ineluttabili, capaci di trasformarsi in opportunità, mettendone in valore le potenzialità, superando gap strumentali e di processo.

Gli indirizzi, le strategie connesse alla duplice transizione ecologica e digitale in atto, nonché le sfide poste dalle imprescindibili istanze ambientali, disegnano i caratteri di una vera rivoluzione, ambiziosa e, per molti versi, indifferibile per paesaggi, territori, città e comunità. Una trasformazione che si confronta in termini nuovi, tanto con il costruire in sé quanto, più in particolare, con i grandi temi del progetto dell'esistente e della manutenzione del costruito i cui tratti fondamentali delinea-remo nel prossimo capitolo.

Una rivoluzione dalle molte sfaccettature, che per la sua pressante importanza e attualità, per il suo portato di intrinseca drammaticità, non potrà limitarsi alla “semplice” applicazione del principio del “Do Not Significant Harm”. Al contrario affinché questa possa essere sufficientemente pervasiva ed efficace, “non causare danni significativi all’ambiente”, dovrà voler dire molto di più rispetto a quanto la sua stessa declinazione sintetica lascerebbe intendere. Sarà necessario integrarne e allargarne significati e dimensioni teoriche affermando, in ultima istanza, l’assunzione fondativa dell’ambiente quale “bene comune” e risorsa da preservare. (Ostrom and Hess, 2006)

Se ne dovrà avviare, contemporaneamente, la revisione della sua stessa definizione: onnicomprensiva dei concetti di habitat e abitare, ricondotti e interpretati negli ambiti in dinamica evoluzione dell’ecologia e dell’economia.

2.3 Eredità ecologica

La disciplina dell’ecologia, con il passare degli anni, ha visto crescere la frequenza con cui è stata associata - quale esigenza assoluta, oramai inalienabile, più che come attributo concreto - alle azioni trasformatrici dell’ambiente costruito, così come a quelle conservative.

Anche la naturale evoluzione del suo portato scientifico approdato intorno alla fine degli anni 70 del Novecento nel “New Environmental Paradigm” di Catton e Dunlap, poneva in stretta relazione tra loro gli equilibri degli ecosistemi con l’azione trasformativa dell’uomo. Tale presa di coscienza configurava, in generale, il passaggio conseguente, obbligato, di una evoluzione culturale già in atto che, in termini esponenzialmente crescenti, andava coinvolgendo in maniera sempre più incisiva anche il settore delle costruzioni.

I suoi impatti sull'ambiente, nel manifestarsi con ritmi altrettanto incalzanti, erano già allora oggetto di studi da parte di diversi autori che hanno prima anticipato e poi approfondito, da pionieri, le relazioni tra il clima e gli insediamenti urbani (Olgyay, 1963; Givoni, 1969); che hanno posto la questione dell'interazione, necessariamente reciproca e bidirezionale, tra progettazione e ambiente (Asimov, 1968); che hanno evidenziato la necessità e l'urgenza di considerare e ricollocare l'ambiente antropico (ovvero il risultato dell'interazione uomo-natura) all'interno del campo dell'ecologia (Maldonado, 1970); che si sono interrogati sul *genius loci* e la sua capacità di sopravvivere alle trasformazioni di un luogo (Norberg-Schulz, 1979); che hanno esplicitato infine le strette relazioni che intercorrono tra produttività e benessere, tra costi economici e costi socio-ambientali. (Kilbert, 1994)

Attenzioni che, nel passato meno recente, avevano istruito ed ispirato processi decisionali-realizzativi sostenuti da senso civico, estetico.

Espressione evidente tanto dell'interscalarità applicata alla lettura complessa di habitat e sistemi insediativi, quanto del rapporto con le informazioni di tempo e luogo e, ancora, della proposizione di un circolo ermeneutico di conoscenza-azione-conoscenza dal quale farne discendere decisioni responsabili e ambientalmente consapevoli.

D'altro canto, esattamente come alla scala edilizia, la casa rurale e gli edifici patrimoniali nascevano da processi intrisi di sensibilità verso i luoghi, di patrimoni comuni di competenze tramandate per via diretta, di consolidate regole dell'arte, di conoscenze dei materiali locali e dei loro comportamenti; allo stesso modo, alla scala urbana, anche la città storica, espressione stratificata di un ordine organico che comprendiamo d'istinto, nasceva e si consolidava secondo principi ispirati da reali, quanto condivisi approcci ecologici *ante litteram*. Chiaramente identificabili, questi ultimi, in quella ricchezza di segni e valori che, nel modellare il costruito storico, il lento lavoro del tempo ha reso permanenti, conferendogli quella che diversi autori - Ruskin, Riegl, Yourcenar - hanno indicato nei propri scritti come la vera "bellezza".

Secondo Lewis Mumford «Le città sono un prodotto del tempo. Esse sono gli stampi in cui si sono raffreddate e solidificate le vite degli uomini [...]. Nella città il tempo diventa visibile: edifici, monumenti, strade pubbliche sono più evidenti che le memorie scritte, più soggetti agli sguardi di molti uomini che le opere umane

sparse nelle campagne, lasciano un'impressione duratura anche nelle menti degli ignoranti e degli indifferenti. Il fatto materiale della conservazione fa che il tempo sfidi il tempo, il tempo si opponga al tempo: abitudini e valutazioni si tramandino oltre i vivi del momento, imprimendo il segno delle successive stratificazioni temporali ad ogni generazione». (Munford, 1938)

Gli fa da eco la prosa poetica di Italo Calvino, per il quale «la città non dice il suo passato, lo contiene come le linee di una mano, scritto negli spigoli delle vie, nelle griglie delle finestre». (Calvino, 1972)

Metafore che ben rappresentano la profonda e intima connessione tra uomo-natura-artefatti. Nell'architettura storica si incontrano e compenetrano infatti il pensiero, quello della cultura che ci fa sentire contemporanei degli antichi, e la natura, che inevitabilmente segna nascita e morte degli oggetti e dei viventi, così come delle persone.

Muovendosi tra le anse di questo rapporto ambiguo, Ettore Rocca sostiene che il progetto architettonico diviene «suprema manipolazione umana della natura» che, compiuto, «diventa natura, si consegna al tempo della natura». L'arte e la cultura sono il tempo dell'uomo. Il tempo della natura è indifferente, è nascita e morte. L'architettura è insieme tempo dell'uomo e tempo della natura, anch'essa decade, muore e, come tutta la materia, si ri-genera. (Rocca, 2020)

In questo senso Hiroshi Sambuichi, nel delineare il percorso ideologico che restituisce nelle sue architetture, afferma che «se l'edificio deve sopravvivere per molti anni, se deve esistere a lungo crescendo e fiorendo come una pianta, deve essere come una pianta che si è adattata all'aria, al vento e al sole. L'architettura dovrebbe essere una piccolissima parte della circolazione e del funzionamento della Terra. Dovrebbe assimilare il sole, fare fotosintesi, emettere ossigeno e infine assorbire CO₂ per pulire l'aria. Dovremmo fare architettura che diventi tutt'uno con il ciclo della Terra. [...] Come la foresta è un dettaglio della Terra, architettura e città dovrebbero essere come queste foreste». (Sambuichi, 2017)

Analogamente Stephen R. Kellert e Judith H. Heerwagen, nell'introdurre il concetto di design biofilo, affermano che esso «non consiste nel rendere più ecologici i nostri edifici o semplicemente aumentare il loro fascino estetico inserendo alberi e arbusti. Molto di più, riguarda il posto dell'umanità nella natura e il posto del mondo naturale nella società umana». (Kellert and Heerwagen, 2008)

Visioni che legano il progetto, quale atto intenzionale ma dagli esiti non scontati e incerti, al tempo della natura che, a sua volta, trasforma e corrompe la materia dell'edificio. Chiamano in causa, per contrastarne l'invecchiamento, la necessità della sua accurata amministrazione.

Atto ancora intenzionale da considerarsi eredità di prassi e attenzioni antiche consolidate. Pratiche ecologiche, inconsapevoli, ma concrete.

Abbandonate tuttavia nel Novecento, allorquando si è imposta una visione produttivistica dell'architettura basata su approcci operativi guidati da logiche di industrializzazione pesante, standardizzazione e produzione di massa, serialità e ripetitività delle soluzioni architettonico-costruttive utilizzate per rispondere alla crescente domanda di infrastrutture e abitazioni. Si avviava così una fase caratterizzata, per quota parte, da indifferenza, da mancato rispetto delle regole, da sprechi, da trasformazioni profonde, dalla conseguente distruzione spesso - troppo spesso - impunita del paesaggio, tanto di quello naturale che di quello edificato.

Circostanza che, diversi decenni dopo, farà affermare a Salvatore Settis «la qualità del paesaggio e dell'ambiente non è un lusso, è una necessità, è il miglior investimento sul nostro futuro». (Settis, 2010)

Ciononostante, il termine ecologia, affiancato al tema delle trasformazioni antropiche dell'ambiente è, ed è stato utilizzato più volte, anche, per ispirare e istruire politiche sociotecniche che guardassero contemporaneamente alla salvaguardia del paesaggio naturale e, in ultima analisi, di quella stessa "bellezza" a cui si è accennato sopra.

Iniziative riconducibili talvolta ad un ecologismo che possiamo considerare ancora una volta *ante litteram*, come nel caso dell'impegno politico di Benedetto Croce che, negli anni 20 del Novecento, poneva in maniera concreta la questione del rapporto tra ambiente, territorio e governo della sua trasformazione. Nel presentare, nel corso della seduta del Senato del Regno d'Italia, del 25 settembre 1920 il Disegno di legge sulla "Tutela della bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico", egli affermava: «Il movimento a favore della conservazione delle bellezze naturali rimonta al 1862, allorquando John Ruskin sorse in difesa delle quiete valli dell'Inghilterra minacciate dal fuoco strepitante delle locomotive e dal carbone fossile delle officine, e si diffuse lentamente ma tenacemente in tutte le nazioni civili, e specie in quelle in cui più progredite sono le industrie e i mezzi di locomozione. Infatti, questi mezzi, togliendo più facilmente gli uomini all'affannosa

vita delle città, per avvicinarli più spesso alle pure gioie dei campi, han diffuso questo anelito, tutto moderno, verso le bellezze della natura, mentre le industrie, fatte più esigenti dalla scoperta della trasformazione della forza, elettricità, luce, calore, attentano ogni giorno più alla vergine poesia delle montagne, delle foreste, delle cascate».

Da quanto detto emergono prepotenti, valori, principi e approcci utilizzati e condivisi nelle pratiche del costruire in epoche passate. Ed è proprio per queste evidenze che appare lecito affermare che gli odierni metodi e strumenti, utilizzati nelle trasformazioni del territorio, così come la loro legittimazione ideologica, hanno ricevuto in dote un'importante eredità. Un dono, facilmente definibile come una sorta di ancestrale - e per certi versi inconsapevole - eredità ecologica del costruire.

Una eredità rimossa e accantonata in troppe circostanze.

Colpevolmente e - cosa ancor più grave - consapevolmente tradita in epoche recenti.

Dopo quegli inizi, altrettante volte - e l'attualità ne è purtroppo diffusa conferma - le proposte e i relativi esiti delle azioni politiche si sono rapidamente riconfigurate in una sorta di ecologismo, per definire il quale spesso si utilizzano le locuzioni "green painting", oppure "green washing", coniata quest'ultima negli anni '80, dall'ambientalista Jay Westerveld, allora ancora studente universitario. (Greer and Bruno, 1996)

Espressioni, locuzioni note, che ben si prestano anche per il settore delle costruzioni a rappresentare la distanza di molte delle pratiche attuali, emergenti o già in atto, da una reale e concreta revisione in termini sostenibili dei processi realizzativi e di gestione.

Oggi, l'ecologia del costruire letta quale esito del dibattito e delle dinamiche evolutive dei principi teorici e applicativi ad essa sottesi, approda tuttavia, ancora troppo spesso ad una alquanto effimera rappresentazione, spesso priva di contenuti concreti e reali e, altrettanto spesso, inefficace nel raggiungere gli obiettivi dichiarati. Di tale rappresentazione se ne fa interprete evidente, in termini iconici, la progressiva trasformazione dell'involucro edilizio che vorrebbe coniugare la vocazione al risparmio, alla minimizzazione di utilizzo di risorse non rinnovabili, all'affermazione di una rinnovata consapevolezza ambientale, con una diretta conseguente sensibilità ecologica.

Configurazioni dell'involucro che esprimono i loro più significativi riferimenti linguistici nelle architetture che si realizzano nell'Europa del Nord e che rintracciano le proprie origini negli edifici alti americani del XX secolo.

Federico Butera si interroga in proposito sul ruolo che il rapporto tra cultura architettonica e industria delle costruzioni ebbe in quel periodo, enfatizzandone la capacità di indirizzare, oltre ogni forma di ragionevole compatibilità ambientale, il costruire. Identifica i diversi comparti produttivi, dell'alluminio, del vetro, dell'elettrico, come dei "persuasori occulti" cui attribuire a scala planetaria, la responsabilità dell'abbandono di un approccio ecologico del costruire. (Butera, 2022)

Oggi, non sappiamo quanto sia ancora attuale una simile lettura, però certo è che quel tipo di linguaggio, sebbene evoluto, continua ad essere ampiamente divulgato dai media e dall'iconografia patinata delle riviste di architettura che, attraverso immagini di metallo, vetro, dispositivi di captazione, ne veicolano (o ne impongono?) il suo presunto carattere di universalità. Si tratta tuttavia, e comunque, di architetture di indubbio fascino che proprio in virtù del fascino che esercitano, continuano ad alimentare l'affermazione di un paradosso: la "globalizzazione" delle risposte, in termini edilizi, alla questione ambientale laddove di contro servirebbe - come nel passato - un approccio singolare, basato sulla conoscenza approfondita della dimensione locale, del contesto di intervento e delle conseguenti modalità di funzionamento dei sistemi.

Va contrastata una cultura "quasi-ecologica" che alberga in chi considera che dare un'immagine "green" agli edifici costituisca una naturale - in realtà banale e appunto semplicistica - forma, espressione e affermazione di un approccio rispettoso degli habitat, nonché prosecutore di quella eredità ecologica di cui si è detto.

Si ricorre ancora ad un atteggiamento che vorrebbe applicare puri enunciati di carattere bioclimatico attraverso trasferimenti acritici dei cosiddetti gadget tecnologici che fanno tanto immagine e così poco ecologia. Trasferimenti che, privi di una idonea verifica tecnologico-costruttiva, diventano astratte esercitazioni formali, espressioni anacronistiche, o, peggio, la brutta copia di elaborazioni dei maestri.

Green painting, appunto.

Vi è da dire che emergono, contestualmente, nel campo della ricerca sui Green Buildings, del Nature Based Design, del Generative Design, sperimentazioni che propongono viceversa involucri "adattivi" e "responsive", attivi e passivi, enormemente evoluti. Espressione di avanzamenti applicativi sempre più maturi e necessari, latori al contempo di una grande complessità progettuale, realizzativa e, ancora di più, di gestione.

Una complessità che presuppone una profonda riflessione in termini di valutazione di appropriatezza di quei criteri brutalmente, ma efficacemente sintetizzabili nell'idea di rispetto del *genius loci*.

Considerazioni, tutte, che ricondotte indifferentemente al dominio delle prassi operative o ad ambiti ideologici e di indirizzo, richiamano, ancora una volta, i contenuti dei documenti strategici europei. Questi, recepiti in Italia dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e dal Piano Nazionale per la Ricerca, guardano con grandissima attenzione alla questione ambientale e all'attuale relativa transizione ecologica.

Impongono, in via prioritaria, anche con riferimento al settore delle costruzioni, una drastica riduzione delle emissioni di gas climalteranti, prevedono un significativo miglioramento dell'efficienza energetica e della qualità dell'aria nei centri urbani, nonché l'ottimizzazione dell'uso delle materie prime nelle diverse filiere produttive del comparto attraverso una forte spinta agli investimenti green, allo sviluppo industriale, alla innovazione e, non ultimo, alla ricerca.

L'industria delle costruzioni, nelle sue diverse e molteplici caratterizzazioni, in continuità con quanto già affermato al paragrafo precedente, ha, dunque, una nuova opportunità. Operare uno scatto in avanti sul versante della revisione e innovazione delle proprie priorità e delle relative modalità attuative in chiave ecologica e digitale, riconoscendo a tali termini il duplice valore di fine e mezzo.

Alcune iniziative comunitarie quale la richiamata *Renovation Wave Strategy* (EU-COM, 2020d), nonché la revisione della *Energy Performance Building Directive* (EU-COM, 2021d) indirizzano in questa direzione, individuando nell'intervento sull'esistente un ritrovato campo di sperimentazione e una possibile concreta risposta ad approcci sempre più ispirati a principi di responsabilità e di compatibilità ambientale.

La trasformazione antropica dello spazio è un'azione energivora.

Attiva processi entropici complessi i cui bilanci, spesso interscalari e interdisciplinari, non sono di facile governo. (Rifkin, 1980)

Molti gli studi che, come efficacemente delineato da Stefania Barca, mettono in relazione tali trasformazioni con i principi della teoria dell'entropia secondo la quale è impossibile recuperare tutta l'energia di un sistema chiuso, quale è, ad esempio, la Terra. (Barca, 2002)

Stabilirsi in un posto, prendersene cura, recuperarne gli artefatti, viceversa, si oppone all'entropia. Le azioni di recupero e conservazione realizzano bilanci positivi che derivano dal mettere in valore del patrimonio esistente l'energia incorporata (embodyed energy) sotto forma di lavoro, di produzione, di consumo di suolo. Energia che, per estensione, è incorporata anche in tutto ciò che sta ai margini che, ricompreso nel costruito, nell'ambiente antropizzato, è connotato come espressione di degrado e fatiscenza o abbandono. Conservazione, trasformazione, riqualificazione, demolizione, nuova edificazione, assumono il valore di azioni che devono e dovranno confrontarsi con una loro applicazione, certamente diffusa, nondimeno orientata all'ottimizzazione dei bilanci entropici, in generale, e quindi insieme di quelli ambientali.

Sfide improcrastinabili, che assumono caratteri di speranza.

Una nuova e, allo stesso tempo, antica "speranza progettuale".

Proprio quella "speranza progettuale" espressa, grossomodo per le medesime ragioni, più di 50 anni addietro, dalla fervida e lucida mente di Tomàs Maldonado che, nel 1970, ha denunciato le fughe utopistiche e conformiste della progettazione in tema ambientale.

Egli affermava che, «il fatto che la moda ecologica sia ormai in piena eclissi non significa che la degradazione della nostra biosfera si sia già arrestata, o sia in procinto di esserlo. I problemi rimangono aperti, forse più aperti di quanto non fossero prima della moda ecologica. Bisogna però ammettere che essa ha avuto, almeno, un aspetto positivo: ha formato una coscienza ecologica». (Maldonado, 1970)

Si tratta di parole che, oggi come allora, pongono con chiarezza la questione della responsabilità da anteporre nei processi di governo delle trasformazioni del territorio. Evidenziano la necessità di riaffermare il giusto rapporto tra cultura del progetto e cultura tecnologica, tra innovazione tecnologica e salvaguardia ambientale, considerando gli effetti che le dinamiche di questi rapporti potrebbero comportare nell'ambito dei relativi processi decisionali, prima, e attuativi, successivamente.

Maldonado chiudeva affermando pessimisticamente che «nel contesto di una natura in crisi, di una natura con tutti i sintomi di una precoce senilità, la società si svuota fatalmente di ogni tensione verso il futuro. Nessuno ne vuole sapere di un futuro tanto privo di futuro».

Oggi, siamo viceversa chiamati a credere - obbligati necessariamente a credere - che una diversa condizione di contesto possa assegnare, anche grazie ad una complementare svolta digitale, una nuova opportunità, a questo punto esiziale per ambiente e società, a quell'eredità ecologica che ha istruito per un lungo periodo della storia i processi trasformativi del nostro habitat.

2.4 Svolta digitale

La chiave interpretativa della svolta digitale, che oggi permea praticamente ogni attività umana, è per Brian Solis, studioso di antropologia digitale, il concetto di “anticipazione”. Essa è la capacità di interagire con le nuove tecnologie e i diversi orientamenti del mercato per creare un ecosistema digitale all'interno del quale anticipare possibili nuovi scenari. Rincorrere le continue e rapide trasformazioni rappresenta, ancora secondo Solis, però solo il limite minimo di sopravvivenza, insufficiente di per sé a innescare processi di sviluppo innovativi. (Solis, 2016)

Analogamente i ricercatori dell'International Institute for Applied Systems Analysis, affermano che «le tecnologie digitali possono, a un ritmo molto più rapido che mai, aiutare (come abilitatori) la decarbonizzazione in tutti i settori (ad esempio, energia, mobilità e industria) e promuovere economie circolari e condivise, dematerializzazione, efficienza e risparmio di risorse ed energia, monitoraggio e conservazione dei sistemi ecologici e di altri sistemi terrestri, la protezione dei beni comuni globali e comportamenti sostenibili. Tuttavia, questo non è un processo automatico e non avverrà da solo». (IIASA, 2019)

È infatti un processo di trasformazione, tuttora in corso, la cui portata, come si è scritto nelle pagine precedenti, sta realizzando un cambio di passo; addirittura, un cambio di paradigma che, alimentato dai caratteri dell'attuale transizione - ecologica e digitale - riguarda già una nuova dimensione che pone al centro l'informazione.

Le politiche europee per il digitale fanno da perimetro a tale processo. (EU-COM, 2010; EU, 2020a; EU 2020c; EU-COM 2021b)

Le strategie di Industria 4.0 prima e, successivamente, di Industria 5.0 ne esplicitano visioni, metodi e strumenti operativi.

Industria 4.0 ha introdotto la compenetrazione e l'interconnessione tra il mondo fisico e digitale, con l'affermazione del principio fondativo di integrazione, dei cosiddetti sistemi cyber-fisici, delle strategie di interoperabilità, virtualizzazione, decentrazione, monitoraggio real-time applicate alla gestione dei processi industriali.

Industria 5.0 delinea rinnovate iterazioni uomo-macchina-ambiente, attraverso l'utilizzo di piattaforme in cloud, che controllano i servizi di produzione ottimizzando costi e qualità del prodotto finale nonché l'implementazione di processi finalizzati al risparmio delle risorse, alla riduzione degli sprechi, al riciclo. Protagonisti i bot, software intelligenti, e i cobot, che a differenza dei robot attualmente utilizzati nei cicli di produzione, saranno programmati per interagire con gli esseri umani in spazi di lavoro condivisi.

In questo scenario, chiaramente molto articolato, la digitalizzazione sembra essere elemento chiave che assume il ruolo di macrostrategia in grado di abilitare tali trasformazioni in chiave sostenibile.

Un ruolo cardine ribadito, peraltro, nei contenuti programmatici trasferiti in alcune Comunicazioni di indirizzo specifico per i diversi settori produttivi. (EU-COM, 2020b; EU-COM, 2020c)

Confermato, anche nell'ambito delle attuali dinamiche socio-economiche, dallo studio condotto da Deloitte, società di servizi di consulenza e revisione tra le principali al mondo, che individua, tra le aree d'intervento prioritarie in Europa, proprio la questione generale della digitalizzazione, declinandola in termini di potenziamento della digitalizzazione della pubblica amministrazione, implementazione dei servizi digitali, rafforzamento della sicurezza informatica e data privacy, miglioramento delle competenze digitali dei singoli, diffusione capillare delle reti di comunicazione.

Altrettanto interessanti, in quanto fotografano la medesima situazione ma da un differente punto di vista, sono i dati che la stessa analisi fornisce circa le aspettative dei cittadini, destinatari finali di dette strategie. Questi considerano prioritario lo sviluppo di infrastrutture moderne ed efficienti, l'utilizzo di tecnologie a basso impatto ambientale in grado di supportare scelte "informate" dei consumatori, il potenziamento di programmi informativi e educativi sugli impatti delle azioni dei singoli e sulle possibili contromisure da adottare. (GeSI and Deloitte, 2019)

Ne deriva la consapevolezza che sta avvenendo una lenta ma progressiva affermazione di sensibilità ambientali diffuse, intimamente connesse al digitale.

Una compresenza, tuttavia, che abbiamo visto essere affatto semplice da attuare, ancora caratterizzata da evidenti contraddizioni. Infatti, se è vero come è vero che la transizione digitale sta contribuendo alla crescente adozione di comportamenti virtuosi in ambito ambientale - dall'impegno nel riciclaggio/compostaggio, alla riduzione degli sprechi energetici e del consumo di risorse, dalla scelta di mezzi di trasporto a basso impatto ambientale, ad una maggiore attenzione nei confronti dell'efficiamento energetico delle abitazioni - di contro, le medesime trasformazioni digitali hanno innescato modelli di crescita ad alta intensità di uso di risorse e di produzione di gas serra. Il solo settore delle tecnologie ICT produce il 4% dei gas serra e assorbe il 7% dell'energia, con un tasso di crescita che si avvicina al 9% annuo. È energivoro, potenzialmente impoverente il pianeta di materiali non rinnovabili e, con la sua impronta carbonica, contribuisce al processo di cambiamento climatico con notevoli impatti sull'ambiente, anche se meno visibili rispetto ad altri settori produttivi. (IIASA, 2020)

È anche responsabile di nuove disuguaglianze sociali, dal "digital divide" alle possibili "slippery slopes", con ripercussioni sia sul piano socioeconomico che culturale per coloro che, per l'appunto, non sono in grado o non possono permettersi l'accesso alle nuove tecnologie e partecipare alla "digital society". (IIASA, 2019)

Questi i caratteri, per certi versi anche contraddittori, di una svolta, quella digitale che, sia pure con estrema lentezza, sta accompagnando anche il settore delle costruzioni nella Quarta Rivoluzione Industriale.

Diversi studi ne delineano le potenzialità in grado di incidere positivamente o meno sull'attuazione degli obiettivi di sostenibilità insieme al quadro delle possibili innovazioni del comparto. (Muñoz-La Rivera et alii, 2020; Begić and Galić, 2021; Karmakar and Delhi, 2021; Turner et alii, 2021; Oesterreich and Teuteberg, 2016)

Altrettante sono le analisi e rapporti che ne tratteggiano evoluzioni e scenari futuri. (PwC, 2016; TWI2050, 2018; TWI2050, 2019; TWI2050, 2020; Deloitte, 2021; Accenture, 2021)

Fondamentale, in questo senso, nonché chiarificatore del ruolo della componente digitale nell'ambito del Programma Quadro Horizon Europe (2021-2027), è l'obiettivo fissato dalla KSO-D - una delle quattro Key Strategic Orientations for Research & Innovation di Horizon (KSO). «Rendere l'Europa la prima economia circolare, climaticamente neutra e sostenibile, abilitata al digitale attraverso la trasformazione dei suoi sistemi di mobilità, energia, costruzione e produzione». (EU, 2021a)

Si tratta di finalità che investono direttamente l'ambito delle costruzioni, destinatario peraltro di specifiche linee di azione e finanziamento come il Pillar II, Global Challenges and Industrial Competitiveness, con il Cluster 4: Digital, Industry and Space e con il Cluster 5: Climate, Energy and Mobility. Tutte azioni finalizzate ad incentivare sviluppo e innovazione; a creare modelli produttivi competitivi, digitalizzati e circolari; a garantire una gestione sostenibile delle fonti di approvvigionamento delle risorse e il loro uso, nonché ad orientare verso azioni che, nel mettere in valore le potenzialità delle tecnologie ICT, contribuiscano a realizzare l'auspicata neutralità climatica, trasformando gli insediamenti urbani in eco-sistemi interconnessi, ad elevata efficienza e ridotto impatto ambientale. (UN, 2022)

In Italia, i medesimi orientamenti comunitari si ritrovano negli indirizzi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, PNRR.

Tra le sei, in cui si articola, la Missione 1 Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo e, più in particolare, la Componente 2 Digitalizzazione, Innovazione e Competitività del Sistema Produttivo, è specificatamente rivolta a «favorire la transizione digitale e l'innovazione del sistema produttivo incentivando gli investimenti in tecnologie avanzate, ricerca e innovazione». E ciò, anche per il settore delle costruzioni, nell'ambito del quale l'assunzione progressiva di processi digitali si configura quale strumento in grado di abilitare la trasformazione ecologica - circolare e green - dei relativi assetti produttivi consentendo di sfruttare le potenzialità delle tecnologie ICT per ottimizzare l'uso delle risorse lungo l'intero ciclo di vita delle opere. Va ricordato, d'altra parte, che l'innovazione dei processi in chiave digitale, è strettamente connessa all'integrazione delle cosiddette tecnologie abilitanti, Key Enabling Technologies. (EU-COM, 2009)

Si enumerano, tra quelle che stanno progressivamente trovando applicazione sperimentale, con ricadute potenzialmente impattanti nell'ambito dei processi costruttivi: il Cloud Computing e Data Storage; la Big Data Analysis per la gestione delle informazioni; l'Intelligenza Artificiale per il management avanzato dei processi di decision making; il Design Parametrico e quello generativo per la morfogenesi computazionale di forme complesse; la Realtà Virtuale e Aumentata per la costruzione virtuale di luoghi e la simulazione di contesti operativi; gli approcci Digital Twin che affermano innovative modalità di interazione tra realtà fisiche e virtuali; il Digital Manufacturing off-site e on-site; l'Additive Manufacturing (stampa 3D); la Robotica

Avanzata; l'Internet of Things e i Sistemi di Sensoristica per il monitoraggio real time delle prestazioni; le Piattaforme Digitali per la condivisione e gestione dei dati relativi al governo sostenibile del ciclo di vita di edifici e infrastrutture, e non ultimo, le procedure di modellazione informativa finalizzate all'ottimizzazione dei processi quali le metodologie di interoperabilità Building Information Modeling, BIM.

Assunte e promosse in ambito normativo comunitario (EU, 2014) così come nei diversi contesti nazionali, queste ultime possono considerarsi elemento chiave, funzionale tanto ai processi di transizione green quanto a quelli propriamente digitali. Si configurano quali modalità strumentali in grado di introdurre e promuovere innovative capacità di governance dei processi progettuali, realizzativi e di gestione, correggendone le inefficienze e incrementando la qualità delle opere.

Numerosi i loro potenziali benefici.

Nel restituire una rappresentazione tridimensionale dell'edificio, che ne replica le caratteristiche geometriche, strutturali e prestazionali, sfruttano le capacità computazionali delle tecnologie digitali per il miglioramento dell'efficienza dei processi, il controllo delle interferenze, degli errori e delle incongruenze del progetto. Consentono grazie alla disponibilità di un modello digitale - Digital Twin - la verifica delle prestazioni attraverso simulazioni accurate, l'ottimizzazione dei tempi e dei costi di realizzazione delle opere, l'inclusione e la collaborazione tra i diversi attori coinvolti. Infine, rendono possibile la condivisione delle informazioni in un unico ambiente dati su piattaforme digitali interoperabili e collaborative. Il progetto modellato in ambiente interoperabile BIM rappresenta, di fatto, un "repository" di informazioni inerenti l'edificio e il suo ciclo di vita, che possono essere estrapolate, condivise e aggiornate simultaneamente per una rappresentazione sempre aggiornata.

Si tratta in definitiva dell'esplicito passaggio ad un rapporto di integrazione collaborativa secondo approcci teorici e applicativi derivati da settori industriali più evoluti. Tra questi, a livello internazionale, il cosiddetto approccio Lean appare non solo il più maturo rispetto al suo processo di trasferimento, ma, in sinergia con l'applicazione delle Information Communication Technology, ICT, anche quello che sembra configurare strumenti e metodologie potenzialmente in grado di produrre importanti ricadute sul rinnovamento degli statuti progettuali.

Nei suoi principi generali l'approccio Lean, fonda le sue origini nelle strategie di sviluppo delle catene di produzione Toyota degli anni 50, finalizzate ad aumentare

qualità e produttività, riducendo sprechi e costi, garantendo processi più efficienti e sicuri, insieme ad un migliore soddisfacimento del cliente. Agli inizi degli anni 90, Lauri G. Koskela ne ipotizzò un'applicazione al settore delle costruzioni con l'obiettivo di migliorare la prevedibilità dei progetti, riducendo le possibili criticità in fase di realizzazione e gestione, ponendo le basi per la nascita della Lean Construction. (Koskela, 1992)

Oggi, accanto all'ormai consolidata dimensione del "Lean Construction Management" quale metodologia avanzata di Project Management e Value Engineering, vi sono, in dinamica evoluzione, principi e teorie di ordine generale, tra cui il concetto di integrazione collaborativa che presuppone un continuo scambio di informazioni tra gli operatori del processo. È dunque proprio l'informazione disponibile e spendibile sin dalle fasi iniziali del processo progettuale che consente di massimizzare l'impatto delle scelte effettuate in termini prestazionali e diminuire i costi relativi alla loro applicazione. (Lean Construction Institute, 2014)

Patrick MacLeamy - architetto americano presidente ed ex amministratore delegato di HOK (www.hok.com/) - aveva già in parte evidenziato e rappresentato in una curva che da lui prende il nome, le opportunità connesse all'introduzione delle tecnologie digitali nell'ambito dei processi realizzativi.

Egli affermava che tanto più progredisce il processo realizzativo, tanto più aumenta il costo delle modificazioni. Ancora sostenibile in fase di programmazione e progettazione, altissimo in quella di gestione.

Lo stesso MacLeamy sottolineava inoltre come il picco della frequenza di cambiamenti e modificazioni che si registrano nell'ambito dei processi tradizionali si collochi esattamente nella fase di passaggio tra la progettazione e la realizzazione. Assume che uno sforzo progettuale, tipico di un approccio integrato, concentrato nelle fasi iniziali della progettazione può incidere in maniera positiva in termini di riduzione dei costi. Condizione pressoché impossibile in quello tradizionale che vede l'ultimazione e il perfezionamento del progetto nelle fasi più avanzate, finanche in quella di realizzazione, con impegni di risorse imprevedibili, soprattutto se riferiti alla successiva fase di gestione.

Secondo MacLeamy, in conclusione, è necessario investire su una trasformazione digitale dell'intero processo costruttivo.

Si dovrebbero accogliere e fare propri i nuovi assunti operativi basati su sistemi informativi per la gestione delle informazioni fondati su architetture di rete e database relazionali che rendono possibile operare scelte e verificare alternative, in un'ottica di valutazione della sostenibilità complessiva dell'opera, già in fase di progettazione.

La svolta digitale ne presuppone e ne configura, quindi, anche una informazionale. "Digitalizzazione" significa infatti utilizzare tecnologie digitali "data driven" allo scopo di progettare o migliorare attività organizzative, produttive e/o gestionali attraverso processi di simulazione, all'interno dei quali l'informazione, in forma elettronica strutturata ed elaborabile, ha un ruolo centrale.

Una considerazione a parte, infine, per le implicazioni che porta con sé in termini teorico disciplinari oltreché di prassi progettuale e realizzativa, è il tema del linguaggio digitale, nel suo proporsi non più come semplice mezzo rappresentativo ma anche come fine simulativo e predittivo. Dal semplice disegno (digital drafting), alle procedure di calcolo e simulazione, fino allo sviluppo di software di modellazione computazionale e parametrica.

Tra gli eventi spartiacque che ne segnano l'apparire sulla scena, la prima occasione pubblica è la mostra del 1968, *Cybernetic Serendipity* all'Institute of Contemporary Arts di Londra. Nell'occasione furono mostrate sperimentazioni creative in differenti campi (musica, letteratura, grafica, ecc.) realizzate tramite l'utilizzo di computer.

Seguì, nel 1969, il SAIE di Bologna durante il quale venne allestita la mostra "La sfida elettronica. Realtà e prospettive dell'uso del computer in architettura", che apriva il mercato delle costruzioni al digitale.

Un'operazione che evidenzierà la poca disponibilità del settore ad accogliere prontamente innovazioni tecnologiche di tipo radicale.

Disponibilità che tuttavia ritroviamo più matura, ma certamente ancora in cerca di una propria più decisa configurazione, alla fine degli anni 90 con l'affermarsi di un approccio digitale strumentale che non ha sostanzialmente modificato il processo ideativo se non fornendo supporto per la rappresentazione e presentazione degli elaborati grafici.

Da allora si è passati all'utilizzo di strumentazioni informatiche attraverso le quali è stato possibile esplorare nuove forme e spazialità, ma ancora fortemente legata alla dimensione comunicativa e simbolica del progetto di architettura.

Un'evoluzione che ha condotto ad un approccio, di tipo "cognitivo" caratterizzato, secondo Mario Carpo dal prevalere di metodologie capaci di incidere con efficacia sui processi di conoscenza, invenzione, controllo, comunicazione e decisione delle scelte architettoniche. (Carpo, 2017)

Un processo di innovazione che, avviato a partire dagli anni 70 con ricerche sulla formalizzazione di metodologie di decision making progettuale, si sviluppa oggi attraverso l'utilizzo del Cloud Computing e di sperimentazioni di Generative Design basate su algoritmi di Intelligenza Artificiale. (Nebuloni e Rossi, 2018)

Quest'ultime stanno già delineando possibili ulteriori sviluppi, superando la semplice generazione semi-automatizzata di soluzioni progettuali ottimali e possibili, a favore di uno scenario di co-design tra uomo e macchina. (Menges and Ahlquist, 2011; Tedeschi, 2014)

Nonostante le opportunità fin qui palesate, rispetto agli scenari di cambiamento, e la disponibilità di innovazioni tecnologiche - di prodotto e di processo - il settore delle costruzioni rimane uno dei comparti produttivi che soffre di un limite intrinseco, cronico, connesso ad una estrema lentezza se non ad una atavica incapacità di assumere prontamente i cambiamenti quale opportunità per una reale trasformazione digitale.

Risulta tra i settori produttivi più arretrati nell'adozione di strategie di digitalizzazione e automazione della produzione. Meno del 6% degli operatori ha sviluppato un approccio olistico alla digitalizzazione, manca, in tal senso, una visione sistemica che metta in relazione tra loro le diverse strategie riferite alla gestione dell'intero ciclo di vita delle opere. (Lavikka et alii, 2018; Berger, 2020; Alaloul et alii, 2020)

È necessario l'avvio di un processo di trasformazione, capace di sviluppare consapevolezza e al tempo stesso garantire la diffusione e la permeazione di una nuova cultura di matrice digitale che richiede un cambio radicale di mindset.

Da un lato «non basterà più produrre qualcosa che sia utile al business, ma, sarà necessario che il settore delle costruzioni metta in primo piano e contribuisca al benessere della società». (WEF, 2018)

Dall'altro, l'avvento delle tecnologie digitali nei processi ideativi dell'architettura impone, in antitesi all'idea che il contributo di dette tecnologie possa limitarsi ad una mera traduzione digitale dei processi, l'affermazione di una cultura digitale del progettare, e insieme del costruire e del gestire. Un "digital turn" lo aveva definito Mario Carpo.

Anzi, più precisamente, egli ne ha indicati due che a suo parere hanno determinato una trasformazione “strumentale” il primo (Carpo, 2013), un cambio di mind-set il secondo. (Carpo, 2017)

Al di là, dunque di poco efficaci semplificazioni, nel circoscrivere il dibattito all'interno delle questioni proprie del settore delle costruzioni e applicando come anticipato all'inizio di questo secondo capitolo, quello che Heidegger definisce un “pensiero meditativo” sulla tecnica, si riconosce al sistema delle innovazioni digitali, l'essere il risultato dell'unione tra tecnologia e cultura umana. Per definire tale complesso sistema, Kevin Kelly conia il termine Technium, includendovi arte, software, leggi, istituzioni sociali, concetti filosofici e creazioni intellettuali di ogni genere: un organismo quasi-vivente e in continua evoluzione, con esigenze proprie e tendenze inconscie nel quale aspetti tecnici, umani, sociali e culturali sono collegati e interconnessi. (Kelly, 2010)

Siamo, oggi, davanti ad un bivio critico che sconta anche la velocità dell'innovazione. Nuovi modelli tecnologici vengono creati prima ancora che si riescano a definire norme guida e politiche, ancor meno prassi operative. Il digitale, abbiamo visto, è così pervasivo nella nostra vita, che l'infosfera, come ci ricorda Luciano Floridi, caratterizza le nostre relazioni, la nostra identità, il nostro fare.

Una svolta digitale accompagnata da una serie di neologismi, taluni ormai acquisiti, e più volte richiamati - onlife, inforg, hyperstoria - altri meno diffusi - innovability, coope-tition, personalization - ma comunque tutti ugualmente efficaci nell'esprimere una tensione verso nuove condizioni, tutte riferite ad un cambiamento in corso.

Una trasformazione-transizione digitale, human centred, che rappresenta un'opportunità verso uno sviluppo sostenibile in grado di perseguire giustizia ambientale e sociale. Circoscritta al settore delle costruzioni, può consentire di tra-guardare, obiettivi di sviluppo che, attraverso approcci responsabili ed ecologici, già perfettamente impersonificati dall'*homo faber* del passato, recuperino e mettano in valore i caratteri di compatibilità ambientale delle azioni di trasformazione e con-servazione, l'eredità ecologica del costruire, i principi di resilienza, del mantenere e dell'aver cura.

References

- Accenture (2021) *The European Double Up: A twin strategy that will strengthen competitiveness. Why the combination of sustainability and digital technologies is key to igniting future competitiveness for European countries*
- Agarwal, B. R.; Chandrasekaran, S. and Sridhar, M. (2016) *Imagining Construction's Digital Future*, Mc Kinsey & Company
- Alaloul, W.S.; Liew, M.S.; Zawawi, N.A. and Kennedy, I.B. (2020) "Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders" in *Ain Shams Engineering Journal*, Vol.11
- Antonini, E. e Tucci, F. (a cura di) (2017) *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano
- Asimow, M. (1968) *Principi di progettazione*, Marsilio Editori, Padova
- Azzalin, M. (2020) "Manutenzione e Service Life Planning: processualità e interconnessione", in *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.20, Firenze University Press, Firenze
- Ball, M. (2022) *The Metaverse: And How it Will Revolutionize Everything*, Liveright, New York
- Barca, S. (2002) "Entropia. Un nuovo paradigma per la storia economica?" in *Meridiana* n.43. Donzelli, Roma
- Barnett, H.J. and Morse, C. (1963) *Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability*, Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Bator, F. M. (1958) "The Anatomy of Market Failure" in *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 72, n. 3
- Bauman, Z. (1997) *Postmodernity and its discontents*, New York University Press, New York. Edizione italiana a cura di Verdiani, V. (2002) *Il disagio della postmodernità*, Mondadori, Milano
- Begić, H. and Galić, M. (2021) "A Systematic Review of Construction 4.0 in the Context of the BIM 4.0 Premise" in *Buildings*, Vol.11 n.8
- Bell, D. (1973) *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Heinemann, London
- Berger, R. (2020) *Fast forward after the Covid-19 crisis. How suppliers can successfully adjust their strategies for the future*, Lazard
- Bertino, G.; Fisher, T.; Pühr, G.; Langergraber, G. and Österreicher, D. (2019) "Framework conditions and strategies for pop-up environments in urban planning", *Sustainability*, Vol.11
- Bertoldini, M. e Campioli, A. (a cura di) (2009) *Progettare oltre l'emergenza: spazi e nicchie per l'abitare temporaneo*, Il Sole 24 Ore, Milano

- Bishop, P. and Williams, L. (2012) *The Temporary City*, Routledge, London
- Bologna, R. (2002) *La reversibilità del costruire. L'abitazione transitoria in una prospettiva sostenibile*, Maggioli Editore
- Bologna, R. (2018) "Complementarità fra permanente e temporaneo", *Agathón, International Journal of Architecture, Art and Design*, n. 4. Palermo University Press, Palermo
- Bologna, R. Terpolilli, C. (a cura di) (2005) *Emergenza del Progetto, Progetto dell'Emergenza. Architetture Con-Temporaneità*, Federico Motta, Milano
- Boulding, K.E. (1966) "The economics of the Coming Spaceship Earth" In Jarret, H. (Ed.) *Environmental quality in a growing economy: Essays from the sixth RFF Forum*. RFF Press, New York
- Butera, F.M. (2022) *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Ed. Ambiente, Milano
- Calvino, I. (1972) *Le città invisibili*, Einaudi, Torino
- Carpo, M. (2013) *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*, John Wiley & Sons
- Carpo, M. (2017) *The second Digital Turn in Architecture - Design Beyond Intelligence*, MIT Press, Cambridge
- Ciribini, G. (1984) *Tecnologia e progetto*, Celid, Milano
- D'Ambrosio, V.; Rigillo, M. e Terzigni, E. (a cura di) (2021) *Transizioni. Conoscenza e progetto climate proof*, Clean, Napoli
- Deloitte (2021) *Accelerated Digital Transformation*, Deloitte Report
- De Santoli, L. (2022) *Energia per la gente. Il futuro di un bene comune*, Castelvecchi, Roma
- EEA - European Environment Agency (2019) *Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy*, Briefing n.14/2019
- EEA - Agenzia Europea per l'Ambiente (2020) *Verso un'Europa a inquinamento zero*, Copenhagen
- EEA - European Environment Agency (2021) *Land take and land degradation in functional urban areas*, Report 1772021, Copenhagen
- EU (2014) *Direttiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 sugli appalti pubblici e che abroga la direttiva 2004/18/CE*
- EU Commissione Europea (2016) *Putting energy efficiency first: consuming better, getting cleaner*
- EU Commissione Europea (2019) *The European Green Deal*
- EU Commissione Europea (2020a) *A Europe fit for the digital age*
- EU Commissione Europea (2020b) *Circular Economy Action Plan*
- EU Commissione Europea (2020c) *Shaping Europe's digital future*
- EU Commissione Europea (2021a) *Horizon Europe. Investing to shape our future*
- EU Commissione Europea (2021b) *Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*

- EU Commissione Europea (2022) *Transition Pathway for Proximity and Social Economy Ecosystem*
- EU-COM (2001) COM/2001/68 *Green paper on integrated product policy*
- EU-COM (2009) COM/2009/512 *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU*
- EU-COM (2010) COM/2010/245 *A Digital Agenda for Europe*
- EU-COM (2012) COM/2012/433 *Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises*
- EU-COM (2020a) COM/2020/98 *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe Available*
- EU-COM (2020b) COM/2020/102 *A New Industrial Strategy for Europe*
- EU-COM (2020c) COM/2020/103 *An SME Strategy for a sustainable and digital Europe*
- EU-COM (2020d) COM/2020/662 *A Renovation Wave for Europe. Greening our buildings, creating jobs, improving lives*
- EU-COM (2021a) COM/2021/82 *Forging a climate-resilient Europe. The new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*
- EU-COM (2021b) COM/2021/118 *Digital Compass: the European way for the Digital Decade*
- EU-COM (2021c) COM/2021/550 *Fit for 55: delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*
- EU-COM (2021d) COM/2021/802 *Energy performance of buildings*
- Faroldi, E. (2016) "Architettura contemporanea: elemento di dialogo tra eredità e ibridazioni", in *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.12, Firenze University Press, Firenze
- Floridi, L. (2015) *The Onlife Manifesto. Being Human in a Hyperconnected Era*, Springer
- Floridi, L. (2022) *The Ethics of Artificial Intelligence. Principles, Challenges, and Opportunities*, Susanna Lea Associated. Edizione italiana a cura di Durante, M. (2022) *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Foray, D. (2000) "Characterizing the Knowledge Base: Available and Missing Indicators" in OECD, *Knowledge Management in the Learning Society*, OECD, Paris
- Fuller, R.B. (1969) *Operating Manual for Spaceship Earth*, Lars Müller Publishers, Zurich. Edizione italiana a cura di Snyder, J. e Di Dato, V. (2018) *Manuale operativo per la navicella spaziale Terra*, Il Saggiatore, Milano
- Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Harvard
- GeSI and Deloitte (2019) *Digital with Purpose: Delivering a SMARTer2030*
- Givoni, B. (1969) *Man, climate, and architecture*, Elsevier architectural science series

- Greer, J. and Bruno, K. (1997) *Greenwash: The Reality Behind Corporate Environmentalism*, Apex Press, New York
- Gregotti, V. (2006) *L'architettura nell'epoca dell'incessante*, Laterza, Bari
- Grossman, G.M. and Krueger, A.B. (1995) "Economic Growth and the Environment" in *Quarterly Journal of Economics*, Vol.110, n.2
- Heidegger, M. (1953) "Die Frage nach der Technik" in *Vorträge und Aufsätze*, Neske. Edizione italiana a cura di Vattimo, G. (1976) "La questione della tecnica" in *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano
- Henry, N.L. (1974) "Knowledge management: a new concern for public administration" in *Public administration review*, n.3
- IEA, International Energy Agency (2019) *Global Status Report for Buildings and Construction*
- IIASA International Institute for Applied Systems Analysis (2019) *Annual report 2019*
- IIASA International Institute for Applied Systems Analysis (2020) *Annual report 2020*
- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*
- IPCC (2022a) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change*
- IPCC (2022b) *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*
- Kagermann, H.; Helbig, J.; Hellinger, A. and Wahlster, W. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry*, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Forschungsunion
- Karmakar, A. and Delhi, V.S.K. (2021) "Construction 4.0: What we know and where we are headed?" in *Journal of Information Technology in Construction*, n.26
- Kellert, S. R. and Heerwagen, J. H. (2008) *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*, John Wiley & Sons
- Kelly, K. (2010) *What Technology Wants*, Viking - Penguin, New York/London. Edizione italiana a cura di Olivero, G. (2011) *Quello che vuole la tecnologia*, Codice, Torino
- Kilbert, C.J. (1994) "Establishing principles and a model for sustainable construction" in AA.VV. *Proceedings of First International Conference of CIB TG16*, Ann Arbor
- Koskela, L. (1992) *Application of the new production philosophy to construction*, Technical Report #72, CIFE Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University
- Kronenburg, R. (2008) *Portable Architecture. Design and Technology*, Birkhauser, Basel
- Kube, R.; Löschel, A.; Mertens, H. and Requate, T. (2018) "Research trends in environmental and resource economics: Insights from four decades of JEEM" in *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 92
- Lauria, M. (2008) *La Permanenza in Architettura. Progetto, Costruzione, Gestione*, Gangemi, Roma
- Lavikka, R.; Kallio, J.; Casey, T. and Airaksinen, M. (2018) "Digital disruption of the AEC industry: technology-oriented scenarios for possible future development paths" in *Construction Management and Economics*, Vol.36, n.11

- Lean Construction Institute (2014) *Lean Construction - Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency*, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction
- Lekan, A.; Clinton, A.; Fayomi, O.S.I. and James, O. (2020) "Lean thinking and industrial 4.0 approach to achieving construction 4.0 for industrialization and technological development" in *Buildings*, Vol.10 n.12
- Losasso, M. (2021) "Presentazione" in D'Ambrosio, V.; Rigillo, M. e Terzigni, E. *Transizioni. Conoscenza e progetto climate proof*, Clean, Napoli
- Losasso, M. (2022) "Crisi interconnesse e complessità del progetto" in *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.23, Firenze University Press, Firenze
- Lucarelli, M.T. (2006) (a cura di) *L'ambiente dell'organismo città. Strategie e sperimentazioni per una nuova qualità urbana*, Alinea, Firenze
- Maldonado, T. (1970) *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino
- Maskuriy, R.; Selamat, A.; Maresova, P.; Krejcar, O. and David, O.O. (2019) "Industry 4.0 for the construction industry: Review of management perspective" in *Economies*, Vol.7, n.3
- Mc Kinsey Global Institute (2017) *Reinventing Construction. A route to higher productivity*
- Menezes, A.C. (2012) *The Performance Gap*, CIBSE, Chartered Institution of Building Services Engineers
- Menges A. and Ahlquist S. (2011) *Computational design thinking*, John Wiley & Sons
- Mumford, L. (1938) *The culture of cities*, Harcourt, Brace & World, Inc., New York. Edizione Italiana Mumford, L. (1953) *La cultura delle città*, Edizioni di comunità, Torino
- Muñoz-La Rivera, F.; Mora-Serrano, J.; Valero, I. and Oñate, E. (2020) "Methodological-Technological Framework for Construction 4.0" in *Archives of Computational Methods in Engineering*, Springer
- Mussinelli, E. (2019) "Prospettive, Riflessioni sul progettare" in Lauria M.; Mussinelli E. e Tucci F. (a cura di) (2019) *La produzione del progetto*, Maggioli, Milano
- Nebuloni A. e Rossi A. (a cura di) (2018) *Codice e progetto. Il computational design tra architettura, design, territorio, rappresentazione, strumenti, materiali e nuove tecnologie*, Mimesis, Milano
- Norberg-Schulz, C. (1979) *Genius Loci*, Electa, Milano
- Nordhaus, W. (2019) "Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics" in *American Economic Review*, 109
- OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development (2004) *Measuring Sustainable Development. Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks*
- Oesterreich, T.D. and Teuteberg, F. (2016) "Understanding the Implications of Digitisation and Automation in the Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of a Research Agenda for the Construction Industry" in *Computers in Industry*, Vol.83

- Olgyay, V. (1963) *Design with Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princeton University Press, Princeton. Edizione Italiana a cura di Los, S. (1990) *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio, Padova
- Ostrom, E. and Hess, C. (2006) *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Edizione italiana a cura di Ferri, P. (2009) *La conoscenza come bene comune. Dalla teoria alla pratica*, Mondadori, Milano
- Pearce, (2002) "An Intellectual History of Environmental Economics" in *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol.27
- Perriccioli, M. (2018) "Impermanenza e Architettura. Idee, Concetti, Parole", *Agathón International Journal of Architecture, Art and Design* n. 4, Palermo University Press, Palermo
- PwC - PricewaterhouseCoopers (2016) *Global Industry 4.0 Survey. Industry 4.0: Building the digital enterprise*
- Ricci, M. (2019) *Habitat 5.0. L'architettura nel Lungo Presente*, Skira, Milano
- Rifkin, J. (1980) *Entropy: A New World View*, Viking Pr. Edizione italiana a cura di Gregorio, G. (2000) *Entropia. Una nuova concezione del mondo*, Baldini Castoldi Dalai Editore, Milano
- Rifkin, J. (2022) *The Age of Resilience: Reimagining Existence on a Rewilding Earth*, St. Martin's Press. Edizione italiana a cura di Cannillo, T. (2022) *L'età della resilienza. Ripensare l'esistenza su una terra che si rinaturalizza*, Mondadori, Milano
- Rijmenam van, M., (2022) *Step into the Metaverse*, John Wiley & Sons
- Rocca, E. (2020) "L'architettura: dal tempo dell'uomo al tempo della natura" in *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.20, Firenze University Press, Firenze
- Rullani, E. (2004) *Economia della conoscenza. Creatività e valore nel capitalismo delle reti*, Edizioni Carocci, Roma
- Sambuichi, H. (2017) *Sambuichi: One with the Earth's Cycle*
- Samuelson, P. (1954) "The Pure Theory of Public Expenditure", in *The Review of Economics and Statistics*, Vol.36, n.4
- Scruton, R. (2013) *Green Philosophy: How to think seriously about the planet*, Atlantic Books Ltd., London
- Settis, S. (2010) *Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Einaudi, Torino
- Solis, B. (2016) *The race against Digital Darwinism. Six stages of digital transformation*, Altimeter, San Francisco
- Tedeschi A. (2014) *AAD Algorithms-Aided Design. Parametric strategies using grasshopper*, Le Penseur
- Turner, B.L.; Kasperson, R.E.; Matson, P.A. and Schiller A. (2003) "A framework for vulnerability analysis in sustainability science" in *PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol.100, n.14

- Turner, C. J.; Oyekan, J.; Stergioulas, L. and Griffin, D. (2021) "Utilizing Industry 4.0 on the Construction Site: Challenges and Opportunities" in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol.17, n.2
- TWI2050 - The World in 2050 (2018) *Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals. Report prepared by The World in 2050 initiative.* International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxenburg
- TWI2050 - The World in 2050 (2019) *The Digital Revolution and Sustainable Development: Opportunities and Challenges.* Report prepared by The World in 2050 initiative. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxenburg
- TWI2050 - The World in 2050 (2020) *Innovations for Sustainability. Pathways to an efficient and post-pandemic future.* Report prepared by The World in 2050 initiative. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxenburg
- UN - United Nations (2022) Goal 11. *Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable.*
- UNEP, United Nation Environment Program (2022) *Too Little, Too Slow: Climate adaptation failure puts world at risk*
- UNFCCC (2018) *Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation to climate change. Adaptation in human settlements: key findings and way forward*
- UNH, United Nations Habitat. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights (2009) *The Right to Adequate Housing, Fact Sheet, n. 21*
- WGBC, World Green Building Council (2019) *Bringing Embodied Carbon Upfront: Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon*, London
- World Economy Forum, Boston Consulting Group (2016) *Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology*
- World Economic Forum (2018) *Infrastructure and Urban Development - Industry Vision 2050*

3. AVER CURA, MANUTENERE

3.1 Homo faber e manutenzione

Connaturato alla loro stessa essenza, esiste uno strettissimo legame tra i processi trasformativi dell'ambiente costruito e la loro durata; tra gli artefatti e il naturale trascorrere del tempo; tra il loro invecchiamento e l'attivazione di conseguenti strategie finalizzate alla loro conservazione e alla loro trasformazione.

Rafael Moneo sostiene che «la vita degli edifici si manifesta attraverso la permanenza nel tempo dei loro tratti formali caratteristici e che di conseguenza essa non sta tanto nel processo di progettazione, quanto nell'autonomia che ogni edificio acquisisce quando è terminata la sua costruzione. In altre parole, l'architetto, erigendo una costruzione, crea una realtà perfettamente comprensibile in sé stessa, grazie ai principi formali impliciti nella sua architettura. L'opera d'Architettura trascende l'architetto, va oltre l'istante in cui si compie la sua costruzione, e dunque può essere contemplata sotto le luci mutevoli della storia senza che la sua identità si perda con il trascorrere del tempo». (Moneo, 1999)

Una rappresentazione, quella appena trascritta, che sembra perfettamente descrivere quanto avveniva nella città antica dove per la costruzione di un edificio, indifferentemente se simbolo di potere politico, amministrativo, religioso o economico, occorrevo molti anni. Vi collaboravano diverse generazioni, tanto che, una volta completato, era orgogliosamente mostrato, sentito in sintonia con i propri ascendenti e i contemporanei, socialmente atteso. Accolto e accettato.

Totalmente scevro da ogni forma di relazione con la questione, molto contemporanea per la verità, dell'autorialità dell'opera.

Le successive trasformazioni erano graduali e, comunque, coerenti alla loro durata sociale. Se ne aveva cura quotidiana attraverso la pratica diffusa della “riparazione”, collegata ad una sostenibile - certamente ecologica - amministrazione del costruito. La riparazione, e la sua costante applicazione, andavano a costituire i pilastri di una strategia appropriata e misurata per contrastare l’invecchiamento e il degrado di edifici e spazi pubblici. Perpetuandone continuità e funzione.

Garantendo, altresì, il permanere delle identità storiche, architettoniche e materico-costruttive, pur nella trasformazione. Anche il costruito diffuso, per sua natura più semplice, costituito da edifici realizzati con tecniche note e ripetitive, era oggetto di cura e attenzioni quotidiane.

Diversa l’importanza dei fabbricati, simili gli approcci che, tuttavia, non si riferivano esclusivamente al dominio della tecnica. Infatti, alimentata contemporaneamente da criteri economici e volontà di conservazione, l’aver cura si è sempre riconosciuta, non solo nella cultura dell’*homo faber*, ma anche in quella pratico-induttiva, ispirata da principi di economia domestica, e spesso, sebbene inconsapevolmente, anche di economia ambientale e circolare.

I suoi caratteri basati su conoscenze tramandate, condivise e diffuse, attraversano e permeano indifferentemente i temi dell’abitare e quelli dell’ecologia. Evocano, richiamando nuovamente il pensiero di Roger Scruton, il concetto di *oikophilia*, ovvero cura della casa, quale mezzo per contrastare anche il degrado degli habitat naturali e antropici.

In questo senso, all’azione del mantenere, che dell’aver cura ne costituisce la naturale e corrispondente esplicitazione pratica e attuativa, si associa l’ambito disciplinare della manutenzione che, da quei saperi trae origine.

Alla manutenzione si riconoscono storia e tradizioni secolari, nonché un genoma, *ante litteram*, a forte vocazione ambientale.

Gli elementi di questa storia, non sono, tuttavia, di facile ricostruzione. Vanno ricercati nelle poche testimonianze scritte, nelle brevi note dei manuali e dei codici, laddove il rapporto tra *homo faber* e manutenzione era sublimato nei giornali di cantiere che documentavano le cure costanti applicate alle grandi opere - la Fabbrica del Duomo di Milano, la Fabbrica di San Pietro - o nei documenti che appartenevano alla sfera della cultura materiale di cui ne era significativa parte la naturale propensione al risparmio delle risorse, l’utilizzo di materie prime locali, la condivisione delle pratiche.

Il saper fare connesso all'aver cura, per molto tempo ha, difatti posseduto proprie precise modalità operative.

Mai descritte e comunicate in forma scientifica, tali buone prassi si apprendevano solo in cantiere. Il soler fare era scienza applicata all'azione del mantenere, così come era, al tempo stesso, pensiero umanistico e filosofia di vita quotidiana.

In questo contesto, dall'analisi della letteratura tecnica e della stessa manualistica storica dell'architettura, emergono due accezioni distinte attribuite, sin dalle sue origini, al concetto di manutenzione.

La prima, la riferisce alla riparazione dell'elemento degradato e/o di parte di esso, con l'obiettivo di ottimizzare e razionalizzare gli interventi necessari per garantirne il buono stato di conservazione nel tempo.

La seconda, la considera insieme di scelte funzionali finalizzate al prolungamento della durata dei manufatti. Si pone in relazione con il suo carattere preventivo. È implicita nelle regole del progetto, qui inteso nel significato del suo etimo latino *pro-jectus* ovvero l'azione del divenire e del proiettarsi in avanti; del buon costruire, del governo dei procedimenti costruttivi, della scelta e della messa in opera dei materiali.

Negli anni, attorno al mantenere e all'interesse manutentivo, si sono progressivamente coagulati, alternandosi, sostituendosi e/o sovrapponendosi reciprocamente, nelle diverse epoche, valori, filosofie concettuali, strategie applicative, norme, metodi, processi. Essi hanno costituito risposte sostanziali - talvolta concretamente efficaci, più spesso solo potenzialmente - alle esigenze di conservazione, continuità, durabilità e/o temporaneità, associate nelle diverse epoche al costruito.

Nel focalizzare la questione all'interno del contesto italiano, da una analisi di tipo storico degli eventi, emerge che un primo concreto innalzamento del livello di attenzione da parte della società civile, si registra allorquando, nel corpo del Regio Decreto del 29 Maggio 1895, si faceva esplicito riferimento a progetti di manutenzione dei fabbricati per la gestione delle riparazioni ordinarie e per conservarne parti ed accessori.

Analogamente, nel regolamento edilizio di Milano del 1904, venivano introdotte indicazioni precise sugli obblighi per i proprietari di mantenere nel tempo il buono stato dell'edificio, insieme a prescrizioni sull'ornato e sul decoro di edifici prospettanti su vie e spazi pubblici.

Lo stesso Codice civile affrontava il tema della garanzia della durata nel tempo del costruito, introducendo considerazioni relative, da un lato, alla conformità dell'edificio

alle regole dell'arte al momento della consegna; dall'altro, al suo mantenimento nel tempo a garanzia di un adeguato livello di qualità e del reddito conseguente.

Nel 1948 la Costituzione Italiana, all'articolo 9, dichiarava tra i suoi principi più alti, la tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, ulteriormente sancita, successivamente, dal Codice dei beni culturali e del paesaggio del 2004. Principio che presupponeva, e presuppone ancora, politiche di manutenzione e cura a tutte le scale di intervento, dal territorio al paesaggio, dalla dimensione urbana a quella edilizia.

Tuttavia, in quegli stessi anni, in occasione delle fasi di attuazione della ricostruzione postbellica, allorquando si presentò la necessità-urgenza di realizzare *ex novo* un gran numero di alloggi, si registrò la prima vera frattura tra la pratica del costruire e la messa in atto di approcci finalizzati alla loro amministrazione virtuosa nel tempo.

Ad una pessima qualità abitativa, sacrificata in nome di una celere disponibilità di alloggi, corrispose anche una scarsa, se non nulla, attenzione riferita alla successiva fase di gestione e manutenzione. Si andarono così a frapponere, da quel momento, distanze crescenti tra il costruire e la sua legittimazione culturale, tra l'abitare e la gestione dell'edificato. (Nesi, 2000)

Conosciamo gli esiti di quella politica, perpetuata negli anni.

Altissimi costi di manutenzione, conseguenti ad una assoluta mancanza di pianificazione degli interventi nel tempo, equiparabili talvolta, già a pochi anni dalla sua realizzazione, al costo di ricostruzione dell'edificio. Tanto da spingere Massimo D'Alessandro a definire la manutenzione anello debole del rapporto tra «costruzione e conservazione degli edifici». (D'Alessandro, 1994)

Alla fine degli anni 80, Claudio Molinari già descriveva i caratteri di tale situazione, i cui esiti erano allora tanto evidenti, da indurlo a dichiarare che «gli italiani vanno scoprendo assai frequentemente di non essere più proprietari, com'era sempre stato, di beni, le case appunto, che per quanto inadeguati funzionalmente o dimensionalmente, presentavano tuttavia caratteri di durevolezza tecnica ed economica. Al contrario, si trovano improvvisamente depositari, e perciò responsabili, di beni che vanno progressivamente e in modo evidente degradando sotto i loro occhi e, spesso, sotto i loro piedi o sopra le loro teste». (Molinari, 1989)

Condizioni evidenti, già prima di allora, anche in diverse città europee, come descritto da Joseph Roth. «La rapidità con cui invecchiano i moderni quartieri operai di tutte le città del mondo è davvero incredibile.

Si inventano continuamente materiali nuovi e migliori, si piantano alberi verdi e sani ai bordi dei marciapiedi, si fanno opere di canalizzazione, si sistemano condutture, tubi di scarico, lavandini di porcellana e cancellate a prova di ruggine. Ma in capo a due anni la porcellana si crepa e viene tenuta insieme da una colla suicida e giallastra, gli alberi diventano grigi e sotto lo spesso strato di polvere non possono respirare, i canali si intasano, i tubi scoppiano, dai soffitti delle stanze gocciola acqua e le cancellate di ferro non arrugginiscono per il semplice fatto che da tempo sono scomparse. I muri anneriscono, la malta si sgretola, e le case sembrano soffrire di un'orrenda malattia che fa squamare la pelle. La loro non è una decorosa vecchiaia, ma un rapidissimo logorio». (Roth, 1976)

Ancora oggi gli effetti della mancata manutenzione di infrastrutture, edifici e impianti, insieme alla scarsa qualità originaria, non solo sono avvertiti con maggiore preoccupazione dagli operatori del settore, ma configurano una questione che si manifesta con severità per via dei costi, inopinatamente crescenti, dovuti proprio alle condizioni sopra richiamate. Costi che la società civile paga sul piano prettamente economico, su quello della scadente qualità dell'immagine urbana, sul piano ambientale e, purtroppo, anche in termini di vite umane. Il che integra la questione manutentiva di valenze altre, divenute oramai necessità, tutte connaturate allo stretto legame che unisce l'idea del costruito, quale risorsa, con la manutenzione medesima, intesa quale idonea strategia per preservarne funzionamenti tecnico-prestazionali, valore economico, qualità complessiva, estetica e di fruizione.

Maurizio Cattaneo considera la manutenzione quale verosimile alternativa al principio dell'obsolescenza tecnologica che, diventato predominante nella contemporaneità, indirizza sempre più pervasivamente verso azioni di sostituzione piuttosto che di riparazione, di manutenzione a guasto piuttosto che programmata. Imponendo nuove regole al mercato, costringendo la società civile e, più in generale, l'ambiente a subire altissimi tassi di consumo di materie prime e di immissione di rifiuti nel corso del ciclo di vita degli edifici e delle sue parti componenti. (Cattaneo, 2012)

Superata l'idea di prassi manutentiva intesa come sommatoria di interventi isolati e puntuali, ancora secondo Maurizio Cattaneo, si dovrebbe tornare, come in un processo ricorsivo, a traguardare obiettivi strettamente interconnessi all'idea di un "costante mantenere" nel tempo, tipica dei secoli passati; ma con una valenza aggiuntiva di carattere programmatico, strategico, organizzativo, predittivo.

Oggi, la manutenzione, secondo la UNI 9910/1991, nella sua accezione moderna più comune, è «la combinazione di tutte le azioni tecniche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta». Si pone l'obiettivo, come specifica la UNI 10604/1997, di «garantire l'utilizzo del bene, mantenendone il valore patrimoniale e le prestazioni iniziali entro limiti di accettabilità per l'intero ciclo di vita favorendone l'adeguamento tecnico e normativo alle iniziali o nuove prestazioni tecniche scelte dal gestore o richieste dalla legislazione».

Come da tempo affermato, va intesa in una logica di processo: pianificata nella fase di programmazione (implicazioni economiche e ambientali), definita, successivamente, in quella di progettazione, aggiornata in quella realizzativa. Le strategie e le azioni manutentive vanno, infine, implementate e ri-aggiornate lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio con criteri di estrema flessibilità e managerialità. Assecondando, in tal modo, la dinamica evolutiva che sostituisce all'idea di manutenzione intesa come onere inevitabile, il concetto di manutenzione inteso come fattore di competitività, in quanto “costo evitato”.

Giuseppe Ciribini, negli anni 70, ne sottolineava, quale ulteriore carattere strategico, la funzione di cerniera e flusso circolare di trasferimento di informazioni di feedback verso la produzione, da un lato, e verso la progettazione, dall'altro. (Ciribini, 1979)

Aspetto che definisce il potenziale passaggio da un modello operativo fondato sul learning by doing a quello fondato sul learning by using. (Molinari, 2002)

Da questo quadro discende, evidente, l'approccio olistico sotteso all'attuale articolato processo manutentivo, che coinvolge tecniche, metodi e strumenti che attengono, a loro volta, a discipline diverse: ingegneria, fisica, chimica, ecologia, ma anche economia, antropologia, sociologia, management e scienze informatiche.

Un approccio che, in quanto tale, richiamando le posizioni di Sergio Croce, introduce interazioni complesse tra il campo delle tecnologie, in termini di appropriatezza, opportunità, efficacia, e quello dei valori culturali, in termini di leggibilità, permanenza materiale, valorizzazione formale. (Croce, 2003)

Si tratta di una concezione ormai consolidata, sia pure più in ambito scientifico che nelle prassi correnti, che riconosce alla manutenzione un carattere di trasversalità rispetto a tutte le fasi del processo edilizio. Applicandosi parimenti alla scala edilizia, a quella urbana, territoriale, e all'ambiente nel suo insieme.

Una capacità di trasformazione sostenibile dell'ambiente costruito riferita non solo a interventi in emergenza, ma ad azioni capaci di innescare processi che, nell'incorporare il cambiamento, consentono di renderlo meno vulnerabile rispetto alle sempre più frequenti pressioni ambientali, conferendogli resilienza attraverso la conoscenza e la consapevolezza delle relative criticità. (Lucarelli, 2018)

A questa necessaria resilienza, la manutenzione è in dinamico accostamento, arricchita nei suoi contenuti teorici con l'aspirazione e l'auspicio di diventarne indicatore robusto. Contrappunto plausibile all'esigenza di aver cura di realtà che si scoprono fragili. Gli edifici, le città, così come il territorio e il paesaggio.

Un aver cura basato su attenzione e prevenzione che, puntando non tanto su una diagnostica precoce, non sempre economicamente vantaggiosa, quanto piuttosto sul ruolo della profilassi come pratica quotidiana, consente di minimizzare le sollecitazioni, di intervenire sui rischi, di modificare la tendenza al degrado, di ottimizzare temporalmente gli interventi. Il costruito, storico o meno che sia, è fragile, e lo è, più in generale, anche l'ambiente che, nelle accezioni più comuni, è espressione di uno stato dell'esistente condizionato e modificato dai nuovi artefatti.

Un sistema instabile, in cui gli interventi pongono in modo permanente, insieme alla necessità dell'adattamento a nuove esigenze, problemi di sostenibilità complessiva e riequilibrio ambientale. (ICLEI, 2019)

Una vulnerabilità nuova, moderna, più immanente, che impone un diverso approccio nei confronti, da un lato, delle trasformazioni incontrollate del territorio e della città e dall'altro dei mutamenti climatici che, non solo espongono le città stesse e i suoi abitanti ad eventi naturali estremi, Sudden Onset Disaster, SUOD, ma anche ai cosiddetti eventi ad insorgenza lenta, Slow Onset Disaster, SLOD, quali ad esempio le ondate di calore, sempre più frequenti, per cui l'elevata temperatura nel periodo estivo si somma al fenomeno delle isole di calore creando vere e proprie perturbazioni. (UNFCCC, 2012; ACAPS, 2014)

Ma l'urgenza non si registra esclusivamente per le zone fortemente urbanizzate, è evidente anche per quelle ferite inferte alle aree di per sé più delicate, perché in transizione: le coste, gli argini di fiumi e torrenti, i versanti, i piccoli borghi storici, per i quali le emergenze di sicurezza in generale, sismica e idrogeologica in particolare, sono divenute imperative, in quanto strettamente connesse a dinamiche sociali degenerative, quali lo spopolamento e l'abbandono. (Lauria e La Face, 2020)

In questo quadro, la manutenzione deve riaffermare il proprio ruolo di azione necessaria per la conservazione - o la modificazione appropriata - di realtà fisiche, di risorse e valori esistenti da decodificare prima e potenziare successivamente.

Un approccio che sconta tuttavia il fatto di essere dotato di poco appeal come ben sostiene Pier Giorgio Perotto quando afferma che le attività di manutenzione non hanno il fascino mozzafiato di attività che producono oggetti con prestazioni elevatissime. Non pretendono di trasformare il mondo, i loro obiettivi non sono esprimibili in modo semplice. Vanno continuamente e periodicamente ripetute, se hanno successo il loro effetto non si vede. (Perotto, 1993)

Ciononostante, quello della manutenzione è un tema che da tempo diversi autori hanno sistematicamente indicato come baricentrico rispetto al novero delle possibili strategie attraverso le quali confrontarsi con le trasformazioni dell'ambiente costruito, operando in un'ottica di reale sostenibilità. (Ciribini, 1979; 1984; Molinari, 1989; 1994; 2002; Ferracuti, 1994; D'Alessandro, 1994; Caterina e Pinto, 1997; Talamo, 1998)

Posizioni e visioni che oggi si riaffermano anche attraverso le indicazioni di Industria 5.0, la quale proprio nell'epoca in cui è massima la fiducia nella tecnologia, riconosce centralità non solo alla efficienza tecnica e alla convenienza economica, ma prima fra tutte, alle dimensioni human centred.

Si configura un rinnovato e contemporaneo *homo faber* capace di esplicitare al meglio le proprie facoltà intellettive per pensare e realizzare strumenti, per declinarne le pratiche nelle organiche e naturali azioni dell'aver cura, per adeguare e trasformare la realtà secondo esigenze che mettano da parte le tensioni antropocentriche, a favore di una visione altra, inclusiva e universale degli habitat.

Tutte, prospettive e orientamenti che traggono origine, non solo dalla generale quanto auspicata svolta ecologica e digitale, ma anche dalla convergenza e dalle ricadute sulla società civile dei grandi temi che la Vision 2050 per l'industria delle costruzioni intercetta assumendoli come indirizzi chiave e strategie operative. «The construction industry is required to quickly react and foresee the implications of introduction of new technologies as well as the introduction of innovative business models in the dynamics of the built environment». (WEF, 2018)

Si tratta di sfide globali alla luce delle quali appare possibile, come vedremo nel prossimo paragrafo, rileggere e ricucire il rapporto tra manutenzione e manutenibilità.

Ricercando i suoi principi ordinatori nelle scelte e nelle decisioni che sovrintendono tanto la fase ideativa e progettuale, quanto quella programmatica, e che trovano la loro concreta esplicitazione ed attuazione nella fase operativa, in una visione dell'intero ciclo di vita circolare e sostenibile.

Una revisione sostanziale degli statuti del progetto medesimo che, posta in tale prospettiva, potrebbe contribuire ad indirizzare verso nuove opportunità di crescita del settore e, soprattutto, sembra poter promettere, attraverso rinnovati processi proattivi, più alti livelli di benessere diretti e indotti per gli utenti finali.

3.2 Manutenzione e manutenibilità

Manutenzione e manutenibilità costituiscono i termini di una dicotomia spesso silente, percepita, forse mai quanto oggi, come una tra le immanenti criticità del settore delle costruzioni e dell'ambiente costruito.

Le radici relative alle sue origini pescano a ritroso, negli anni del dopoguerra e del boom economico. Allora, il bisogno urgente di nuovi edifici e nuove infrastrutture ha favorito l'espansione massiccia degli interventi edilizi. Ciò è avvenuto, tuttavia, nell'ambito di un magmatico contesto che, nell'enfatizzare il mito della prefabbricazione e della razionalizzazione dei processi costruttivi, allo stesso tempo, ne causava e ne registrava i fallimenti. I grandi processi di crescita urbana che da quelle iniziative sono stati generati lasciano pertanto in dote oggi, nel nostro Paese come in Europa, un patrimonio costruito - identificabile come moderno - molto spesso di scarsa qualità, estremamente energivoro, con una pesante impronta ecologica, oltre che poco o per nulla adeguato alle esigenze degli utenti. Secondo l'ISTAT un lascito dalle dimensioni enormi. Dei 12,2 milioni di edifici residenziali censiti nel 2020, 7,2 milioni (il 60%) sono stati costruiti prima del 1980; 5,2 milioni (il 42,5%) hanno più di 50 anni. Inoltre, più della metà delle abitazioni - oltre 16 milioni - sono state realizzate prima del 1970.

Questi edifici hanno pressoché tutti completato il proprio naturale ciclo di vita. Il loro materiale simbolo, il cemento armato, iconografia di una cultura del costruire che non ha considerato in fase di progetto di dover fare i conti con il suo degrado, con la sua durata, né tantomeno con la sua manutenzione, mostra tutte le proprie fragilità.

Ma se è vero, come è vero, che proprio a partire da quegli anni, la letteratura scientifica e il quadro normativo, hanno orientato (e ancora orientano), verso una attenta politica di pianificazione dei processi gestionali e manutentivi del costruito, è altrettanto vero che tali indicazioni risultano ad oggi, e questo appare in tutta evidenza, totalmente disattese per via di una sostanziale rinuncia all'attuazione di una politica di reale e attento governo della conservazione dell'ambiente antropizzato. (Molinari, 2000; Cattaneo, 2012)

Secondo Claudio Molinari, la reiterata incapacità di pianificare, sin dalla fase di progetto, una corretta gestione del ciclo di vita, ha di fatto negato alla manutenzione il ruolo di «strategia di sviluppo e riequilibrio delle conseguenze di processi di crescita troppo spesso sfuggiti a qualsiasi forma di controllo». (Molinari, 1998)

Un approccio manutentivo negato, dunque, i cui esiti risultano oltremodo acuiti dalla complementare scarsa attenzione prestata, nel corso di tali processi di crescita, alle questioni ambientali.

Ripercorrendo sinteticamente, a partire dagli anni 70, il dibattito socio tecnico, gli eventi che lo hanno caratterizzato, nonché lo scenario all'interno del quale si collocano le sue dinamiche evolutive, si possono individuare quattro grandi fasi nell'ambito delle quali i cicli di sviluppo del settore delle costruzioni hanno messo in campo tutte le condizioni di contesto per fungere da propulsori per una lenta ma sostanziale affermazione (mai inverata in pieno) dei principi sottesi agli approcci manutentivi e alla loro concreta applicazione.

La prima fase (anni 60-70). Coincide con la tendenza a rendere più complessi gli edifici sia dal punto di vista tecnico costruttivo ed impiantistico che distributivo. Sono gli anni in cui prende corpo un profondo processo evolutivo del concetto di manutenzione che approda alla contestuale genesi e successiva diffusione della disciplina della Terotecnologia. Ovvero «combination of management, financial, engineering, and other practices applied to buildings and structures in pursuit of economic life cycle costs» e dei principi che saranno successivamente posti alla base della moderna concezione di manutenibilità nella sua applicazione al settore delle costruzioni. (Department of Industry, 1978)

Sono gli anni in cui emerge, evidente, in Italia, il problema dell'invecchiamento del parco abitativo.

La Legge 865/1971, per la prima volta, riconosce il problema della sua obsolescenza e considera l'utilità sociale degli interventi di ripristino. All'articolo 48 introduce, tra i programmi pubblici di edilizia residenziale, l'esecuzione di opere di manutenzione e di risanamento.

Qualche anno dopo, la Legge 457/1978 codifica quattro categorie di intervento: manutenzione ordinaria; manutenzione straordinaria; restauro e risanamento conservativo; ristrutturazione edilizia.

Sono anche gli anni della guerra del Kippur e della prima conseguente crisi energetica; la Legge 373/1976 afferma la necessità di considerare gli aspetti gestionali e manutentivi del costruito e in particolare degli impianti di riscaldamento. Indicazioni perfezionate successivamente dalla Legge 10/1991 che introduce provvedimenti per il contenimento dei consumi in fase di realizzazione e uso degli edifici, per l'utilizzo razionale dell'energia attraverso un'efficace manutenzione degli impianti, per l'incentivazione dell'uso di fonti rinnovabili.

La seconda fase (anni 80-90). È quella della progressiva ed ulteriore complessificazione degli edifici che si traduce nell'adozione di tecnologie impiantistiche sempre più ricercate e di tecniche costruttive maggiormente orientate verso la prefabbricazione e la smontabilità delle parti. Sono gli anni della coscienza diffusa del problema della manutenzione e gestione nel tempo, tanto degli edifici quanto degli impianti.

Condizione questa che si esprime, tra l'altro, per mezzo di una significativa produzione non solo normativa, ad opera dell'UNI (Ente di Unificazione Nazionale Italiano), ma anche legislativa. Su tutte, per le potenzialità di cambiamento indotto sul settore e i dibattiti tecnico-scientifici che ne sarebbero seguiti, va richiamata la Legge 109/1994 che, partendo dall'assunto che «il progetto esecutivo deve essere corredato da apposito Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti», ne amplifica il portato tecnico-operativo riconoscendo all'approccio manutentivo l'essere parte integrante del più generale processo progettuale in termini di previsione del ciclo di vita e di futura gestione del bene.

Claudio Molinari ne evidenzia i caratteri innovativi e di trasformazione connessi a tale nuovo approccio al tema. Egli afferma che, da attività marginale di tipo riparativo, la manutenzione va, di fatto, configurandosi come servizio, come procedura complessa che programma, progetta, prevede e gestisce, garantendo il manteni-

mento nel tempo dei livelli prestazionali attesi dell'opera e/o dei singoli componenti, attuando le giuste strategie per il governo della significativa mole di dati necessari a garantire la complessa circuitazione informativa che sottende a tali azioni. Concepire la manutenzione come un servizio che deve garantire il funzionamento e la gestione di un sistema complesso nel corso dell'intero ciclo di vita, significa spostare il baricentro della sua azione dalla capacità esecutiva, fondata sulle procedure di intervento, alla capacità organizzativa, fondata sul management.

Una revisione culturale, accompagnata dalla contemporanea definizione del concetto di "manutenzione urbana" che estende gli ambiti di validità dell'approccio manutentivo alle trasformazioni antropiche a scala urbana e territoriale. (Ferracuti, 1994)

Emerge dal dibattito, in quegli stessi anni, l'accattivante prospettiva del progetto dell'esistente di cui risultano, fin da subito, chiare le connessioni con il tema manutentivo, e di cui meglio si dirà al paragrafo successivo. (Di Battista, 1992)

La terza fase (anni 2000). È la fase della sostenibilità, caratterizzata da approcci costruttivi indirizzati verso la reversibilità del costruire e la conseguente sostituibilità delle parti; la riduzione degli impatti sull'ambiente in fase di costruzione e, principalmente, in fase di manutenzione e gestione; l'utilizzo di tecnologie impiantistiche innovative orientate al risparmio energetico; l'introduzione nell'edificio di sistemi informatici integrati di supervisione e controllo.

In termini definitori, Silvano Curcio introduce le molteplici e complesse questioni connesse al carattere della disciplina. «In un'ottica terotecnologica, la manutenzione e la gestione sono intese come un sistema strategico integrato di processi, strumenti e servizi in grado di favorire il mantenimento/incremento delle risorse, valenze e qualità di natura sociale, funzionale, estetica, ambientale, tecnologica ed economica, espresse o esprimibili dai patrimoni immobiliari e urbani, durante il loro ciclo di vita o di esercizio». (Curcio e Talamo, 2003)

Entrano nel vocabolario tecnico e nella prassi attuativa nuovi termini. Tra questi Facility Management inteso, secondo la UNI EN 15221/2007 come «gestione integrata dei servizi e dei processi rivolti agli edifici, agli spazi e alle persone, non rientranti nel core business di un'organizzazione, ma necessari per il suo funzionamento».

È in atto, secondo Gabriella Caterina, una svolta radicale e per certi aspetti epocale nel campo della manutenzione.

Un rinnovato rapporto tra manutenzione e progetto, tra manutenzione e sistemi produttivi avanzati, tra manutenzione e mercato dei servizi tecnico-gestionali, tra manutenzione e mercato finanziario immobiliare, tra manutenzione e tecnologia, tra manutenzione e management d'impresa, ed infine, tra manutenzione e cultura della qualità. (Caterina et alii, 2007)

Contestualmente, i processi evolutivi dell'approccio legislativo alle problematiche energetiche producono una serie di importanti provvedimenti Europei e Nazionali che sanciscono un collegamento diretto tra le questioni legate alla gestione degli edifici e il mantenimento nel tempo delle loro qualità termofisiche.

Indirizzi che confluiranno nei provvedimenti europei via via emanati fino all'odierna Programmazione Comunitaria in tema di sviluppo sostenibile, contenimento dei consumi energetici e risparmio delle risorse.

La quarta fase (dal 2011). È quella attuale, coincide con l'avvio del grande programma di Industria 4.0 e la contestuale affermazione della Quarta Rivoluzione Industriale. (Schwab, 2016)

Sono gli anni della contemporaneità, della transizione ecologica e digitale, degli approcci green e circular.

Emergono prepotentemente diversi livelli di connessioni con le economie della conoscenza e di quelle dell'informazione che, nell'applicarsi alla gestione del costruito, riguardano storiche esigenze e urgenze contemporanee, nuove sfide e rinnovati obiettivi. Si vanno affermando nuovi orientamenti teorici e altrettanto nuovi apparati operativi e strumentali mutuati, come era successo per i concetti di affidabilità e manutenibilità, da settori industriali più evoluti.

L'approccio Lean (Lean Construction Institute, 2014), le Information Communication Technology, ICT, le tecnologie di interoperabilità Building Information Modelling, BIM, sono alcuni tra questi, che, in sinergia tra loro configurano l'avvio di un processo di trasformazione e innovazione del settore delle costruzioni, tuttora in corso, dalle ricadute evidenti sul rinnovamento degli statuti progettuali, realizzativi e di gestione.

Nascono e si diffondono, con riferimento specifico al controllo della fase d'uso, modalità innovative di organizzazione, condivisione e gestione delle informazioni - Computerized Maintenance Management System & Computer Aided Facility

Management (CMMS & CAFM), Building Automation Systems (BAS) - che, implementati dalle potenzialità delle richiamate tecnologie di interoperabilità BIM, dai sistemi di Domotica, Building Automation Control Systems (BACS) e dall'Internet of Things, IoT, consentono di acquisire informazioni, di analizzarle, interpretarle e visualizzarle real time. Modalità operative e strumentali che, tutte insieme, rendono possibile la definizione e verifica continua dei requisiti operativi, il monitoraggio dello stato di salute e delle condizioni di esercizio, la simulazione delle prestazioni, la pianificazione di strategie di manutenzione predittiva, la riduzione dell'impatto sull'ambiente in fase d'uso, il miglioramento del comfort. Consentono, inoltre, di rilevare anomalie e prevenire potenziali situazioni di rischio, elaborare modelli prestazionali predittivi, aprendo, di fatto, alle prime sperimentazioni di approcci Digital Twin. (Parida, 2006; Daniotti et alii, 2020)

Una storia, quella tratteggiata, che tornando al rapporto tra manutenzione e manutenibilità, ci suggerisce di riflettere su un altro carattere del settore delle costruzioni.

Quello che registra ancora oggi, nell'attuazione dei propri processi, una convivenza coatta tra vocazione industriale e prassi di tipo artigianali. Quello che vorrebbe il "prodotto" edificio sempre più assimilabile ad altri prodotti industriali (aerospaziali, navali, automobilistici) per i quali l'esigenza di manutenzione è naturalmente inglobata nelle loro caratteristiche progettuali.

In questo senso, anche per le costruzioni, la manutenibilità è allora carattere esprimibile come attributo dell'oggetto, ovvero una caratteristica, ancora meglio un requisito di progetto che pone in relazione le decisioni di ordine formale, funzionale, costruttivo, economico con la coerente pianificazione delle successive attività di gestione.

Secondo la norma UNI 8290, la manutenibilità consiste nella «possibilità di conformità a condizioni prestabilite entro un dato periodo in cui è compiuta l'azione di manutenzione» e ciò corrisponde alla idoneità di un oggetto edilizio ad essere sottoposto ad interventi manutentivi.

Il termine manutenibilità comprende l'azione manutentiva vera e propria, le relative istruzioni tecniche e programmatiche esplicitate in fase di progetto, la loro precisazione al termine della fase di realizzazione.

Fa riferimento, inoltre, ad un processo articolato che interferisce con tutte le aree operative e gran parte degli operatori del processo edilizio.

Ne deriva che introdurre i concetti di programmazione e previsione significa assegnare alla funzione manutenzione i connotati di un sistema.

Estendere i suoi compiti da quelli semplicemente operativi, legati alla riparazione del guasto, a quelli di verifica delle prestazioni del prodotto edilizio e della sua economia di gestione.

La manutenzione diviene così la risposta al decadimento prestazionale di un sistema ma anche argine ai potenziali impatti sull'ambiente che deriverebbero da edifici non perfettamente funzionanti, o peggio eccessivamente ed inopportuna-mente energivori ed emissivi.

Il che presuppone strumenti progettuali, procedure, capacità d'elaborazione e confronto che rientrano nelle caratteristiche proprie della manutenibilità di un sistema.

Una predisposizione o "attitudine" che peraltro dipende da numerosi fattori tra loro interagenti. Dalla definizione delle prestazioni richieste, all'individuazione delle condizioni d'utilizzo, in termini di sollecitazioni dovute agli utenti o riferite agli aspetti ambientali; dalla complessità delle caratteristiche tecniche delle parti componenti, alle altrettanto complesse interfaccia tra i diversi sottosistemi; dalle modalità di assemblaggio e smontaggio, all'accessibilità riferita alle diverse stratificazioni costruttive; dall'intercambiabilità delle parti, alla scelta delle strategie di intervento manutentivo; dalla reversibilità delle soluzioni tecnico-costruttive adottate, alla flessibilità d'uso degli spazi, al fine di consentirne rapidamente riconfigurazioni più confacenti alle esigenze in dinamico mutamento.

Un ambito, quest'ultimo, in rapida evoluzione che comprende sistemi costruttivi e metodi di produzione off-site ad elevato grado di integrazione digitale, che assicurano la dismissibilità e ricollocabilità dei componenti costruttivi, la possibilità di riciclo/rimanifattura, associati all'uso di materiali e tecnologie low-tech, a spiccata reversibilità e circolarità del ciclo di vita.

Abbiamo scorso un elenco articolato di fattori e variabili attraverso il quale delineare potenzialità e criticità di un approccio alla progettazione che guarda all'intero ciclo di vita dell'oggetto, alla sua manutenibilità, in un'ottica complessiva di sostenibilità. Con la fase ideativa che si riconfigura in un sistema evoluto di decisioni rispetto al quale il requisito di manutenibilità anticipa, in termini di programmazione e previsione, le strategie e le azioni proprie della fase d'uso, definendone le istruzioni.

In tale contesto, l'introduzione dei concetti di programmazione e previsione in fase di progetto, riconosce alla manutenzione caratteri sistemici che si traducono, con sempre maggiore consapevolezza, in strategie predittive - oggi abilitate dalle capacità di simulazione delle tecnologie digitali - che necessitano tuttavia, da sempre, di informazioni precise sui fenomeni di durata degli elementi costruttivi e, in generale, sui diversi fattori (fisiologici e/o patologici) che possono determinare o favorire condizioni di obsolescenza fisica, funzionale e tecnologica dell'edificio e/o delle sue parti.

Si inverte in tal modo quanto postulato da Claudio Molinari che, a sua volta, individuava con riferimento al rapporto tra progettazione e gestione due ambiti: "il progetto per la manutenzione" e "il progetto della manutenzione". (Molinari, 2002)

Il "progetto per la manutenzione" presuppone un duplice passaggio.

Il primo, in parte già introdotto, esplicita la necessaria relazione tra manutenibilità, intesa come elemento di indirizzo decisionale e con carattere preventivo in fase di progettazione, e manutenzione, intesa di riflesso come insieme di strategie e azioni interne alla fase di gestione. Il secondo riguarda il passaggio, in campo estimativo, dalla valutazione del costo di costruzione, alla valutazione dei costi globali nel ciclo di vita, ivi compresi i costi sociali ed ambientali. Aspetti entrambi fondamentali per impostare strategie progettuali adeguate alle risorse disponibili riferite all'intero ciclo di vita, e per operare le scelte più opportune tra le alternative tecnico-progettuali possibili, considerandone durabilità e affidabilità. Requisiti, quest'ultimi, che trasferiti, come è noto, al settore delle costruzioni dall'ambito manutentivo industriale, sono il risultato dell'interazione tra le decisioni assunte o da assumere in fase di progettazione e le azioni conseguenti che da queste discendono e che si dovranno attuare in quella di gestione.

Il "progetto della manutenzione", il secondo dei due ambiti indicati da Claudio Molinari, fa riferimento agli aspetti legati alla pianificazione delle attività connesse alla manutenzione, alla sua programmazione, alle strategie, alla logistica manutentiva, alla razionalizzazione e programmazione degli interventi, all'allocazione delle risorse. Alla combinazione, in generale, delle attività organizzative, finanziarie e ingegneristiche compresi i ruoli e i compiti del personale addetto.

Per questi caratteri, e per la continuità che ne deve contraddistinguere l'azione, la manutenzione diviene un osservatorio privilegiato dei fenomeni che caratterizzano le trasformazioni nel tempo dei sistemi edilizi, il loro funzionamento e i modi d'uso.

La ISO 15686-7 Condition assessment and feed-back of relevant durability data from practice che rientra nella serie ISO 15686 Buildings and constructed assets - Service life planning, ne indica chiaramente il ruolo di “supporto informativo retroattivo”. Essa norma terminologie, modalità e procedure per la raccolta e strutturazione dei dati di feedback da utilizzare nella costruzione di data base riferiti alla Reference Service Life funzionali alla valutazione delle prestazioni di vita utile attesa e/o prevista di materiali componenti e sistemi in definite condizioni d’uso.

L’ambiente è pesantemente condizionato e modificato dagli interventi dell’uomo, che pongono, insieme alla necessità di adattamento a nuove esigenze, problemi di sostenibilità e riequilibrio rispetto alle quali la manutenzione diviene possibile risposta per la conservazione - o modificazione appropriata - di valori esistenti da identificare, comprendere e valorizzare. Ne deriva un’idea di manutenzione che coinvolge diverse scale, dell’edificio, della città, del territorio e dell’ambiente; che si riconosce nell’interpretazione, ormai ricorrente, di attività interna al contesto dell’ecologia; che presuppone approcci che presiedono e connotano le dinamiche evolutive del progetto dell’esistente.

3.3 Manutenzione e progetto dell’esistente

I termini definatori dell’approccio manutentivo, al pari dell’attuazione di costanti pratiche dell’aver cura, richiamano in forma esplicita, con riferimento all’attuale transizione in atto, la necessità e l’impellenza di ridefinire principi e riattivare strumenti per il governo dell’ambiente costruito.

L’attenzione crescente rivolta ad un uso razionale e sostenibile delle risorse disponibili risulta infatti fortemente connessa alla necessaria promozione della manutenzione, nell’ottica di garantire l’estensione del ciclo di vita convenzionale di materiali, componenti, sistemi edilizi che di edifici e infrastrutture ne costituiscono gli elementi costituenti.

Ciò ai fini del raggiungimento di una efficienza economica globale che non si limiti ai puri aspetti monetizzabili ma che consideri, parimenti, valutazioni relative ai bilanci sociali e ambientali.

D'altro canto, l'intervento sull'esistente non dovrebbe mai prescindere dall'attivare azioni di natura manutentiva, sia in termini di scelte progettuali di intervento, a garanzia del raggiungimento di livelli prestazionali adeguati alle nuove esigenze poste, sia di pianificazione della gestione e del controllo nel tempo del comportamento prestazionale dell'oggetto edilizio o di sue parti. Evidenziando sempre più spesso la convenienza, anche sul piano ecologico, di prevenire il decadimento, piuttosto che limitarsi a intervenire a guasto avvenuto.

Agli inizi degli anni 80, Renzo Piano, anticipava tali obiettivi affermando che «la salvaguardia del patrimonio edilizio esistente passa, necessariamente, attraverso il riavvio dei processi di manutenzione della città (...). Il cantiere aperto è il cantiere di manutenzione (...) esempio emblematico è il cantiere della cattedrale gotica, il primo cantiere permanente a misura di città». (Piano, 1980)

Analogamente, all'incirca negli stessi anni, Valerio Di Battista sosteneva che «quella della manutenzione ci sembra un'occasione da non perdere: se concepita in un'ottica non limitata, ne potrebbero derivare molte e notevoli ricadute positive per il nostro patrimonio edificato e per una riconversione di settore coerente alle principali esigenze del Paese». (Di Battista, 1987)

La naturale evoluzione di tali tensioni culturali apriva ad un ulteriore, piuttosto rivoluzionario, cambio di prospettiva nei confronti delle azioni di trasformazione e intervento sull'esistente. Quello in base al quale il mantenere veniva considerato non più solo azione conservativa ma, anche, estensione e dimensione del progetto di trasformazione. Prendeva definitivamente corpo l'affascinante visione del "progetto dell'esistente".

«La denotazione progetto dell'esistente esplicita un capovolgimento assai profondo e radicale dell'architettura; il progetto non è più concepito nell'univoca previsione di quanto ancora non dato (il nuovo prodotto, il nuovo edificio, la nuova città, la nuova immagine del territorio, ecc.), ma in quella di mutamenti relativi e parziali di quanto già dato: prodotti edifici, sistemi fisici e immagini che già esistono». (Di Battista, 1992)

Era l'approdo di una lunga, collettiva e matura riflessione alimentata dal contributo di diversi studiosi che avevano affrontato, e imposto all'attenzione generale, le questioni delle tecniche (Nardi, 1990), della loro appropriatezza (Gangemi, 1988) e della conseguente definizione di un *corpus* disciplinare di tipo operativo. (Caterina, 1989)

Un processo evolutivo che si compiva, dapprima attraverso la consapevole definizione dei caratteri della nuova complessità connessa al tema del recupero edilizio (AA.VV., 1990; Fontana, 1991), prefigurando poi come prioritaria la ricerca di strumenti di conoscenza e metodi di intervento adeguati (AA.VV., 1990; AA.VV., 1992), perfezionando infine, negli anni immediatamente successivi, i significati di termini come conservazione, manutenzione, riuso, riqualificazione, declinati secondo le accezioni con cui ancora oggi il lessico tecnico-scientifico li adotta diffusamente. (Di Battista et alii, 1995; Caterina e Pinto, 1997)

Si legittimavano, in tal modo, sul piano culturale, l'ampliamento dei campi di interesse per l'esistente e il relativo cono ottico di osservazione, spostando l'attenzione dal monumento ai tessuti, dall'edificio al luogo, dal valore delle immagini a quello della fisicità, dal dominio esclusivo della storia dell'arte e del restauro a quello dell'approccio interdisciplinare. E, nell'applicare anche al recupero, oltre che al nuovo, il principio della prestazionalità, si consideravano paritetiche, per simmetria, le attenzioni riferite ad emergenze architettoniche e monumentali con quelle riferite ai molti beni piccoli ma diffusi. Questi caratterizzavano e conformavano, allora come oggi, il nostro paesaggio inteso - in una interpretazione multiscalare - nella sua integrità: dal materiale alla singola unità costruita, dall'ambiente urbano al paesaggio e al territorio. (Schiaffonati, 2016)

A distanza di circa quarant'anni, Maria Rita Pinto e Cinzia Talamo nel continuare ad assumere l'ambiente e il territorio come bene collettivo e nel riaffermare l'esistenza di una strategia combinata di natura manutentiva/conservativa oltre che riqualificativa/trasformativa, se da un lato confermano centralità e attualità degli statuti disciplinari allora introdotti, dall'altro registrano una significativa, sempre più evidente, modificazione delle condizioni di contesto. (Pinto e Talamo, 2016)

Dopo essere state qualificate esclusivamente attraverso gli enunciati teorici di cui si faceva interprete la sfida della sostenibilità di fine secolo, queste - le condizioni di contesto - si misurano oggi con evidenze diverse, certamente derivate da quel ceppo, ma molto più articolate rispetto alla possibilità di farne discendere categorie univocamente definite.

Hanno fatto irruzione nel dibattito rinnovate e potenti istanze.

I cambiamenti climatici e l'attenzione per l'ambiente costruito soggetto a molteplici fenomeni dannosi per la salute umana, quali eventi atmosferici estre-

mi, picchi di temperatura, inquinamento dell'aria, isole di calore, impatti sulla biodiversità. Il consumo di suolo, risorsa ormai annoverata tra quelle non rinnovabili che indirizza verso approcci a consumo zero; e ancora il paesaggio e i relativi principi di conservazione, valorizzazione e trasformazione; le emergenze energetiche e la contestuale trasformazione della percezione collettiva della stessa energia, intesa oggi quale risorsa comune; la sicurezza sismica e quella idrogeologica; il tema dei paesaggi urbani post industriali e dei centri storici abbandonati o in rovina; le ferite inferte al cuore della città dalle opere pubbliche incompiute, dalle edificazioni degli anni 70 del Novecento, un parco abitativo a cui, per ripetitività tipologico distributiva e per le pessime performance energetiche, è stato attribuito l'appellativo di ecomostro; il non finito delle periferie, il più delle volte sinonimo di abusivismo e illegalità.

Tutte condizioni di fragilità da cui la città cerca - e ha già cercato in passato - di affrancarsi. A volte, con maldestri interventi di recupero, molto più spesso, attraverso la rinuncia al governo dei processi di riqualificazione, alimentando in questo modo l'avvolgersi di una spirale di degenerazione fisica, sociale e ambientale.

Già intorno alla fine del 900, Antonino Terranova invitava a intraprendere azioni che non si esprimessero solo utilizzando lo strumento dei grandi interventi pubblici ma anche, attraverso la «... sperimentazione di veri e propri progetti di sottrazione nei luoghi nevralgici del degrado della città e della dismissione. Provvedimenti per una rottamazione del parco edilizio obsoleto vengono promessi ed esaltati dalla stampa in termini di demolizione di interi quartieri, in analogia (un po' urgente anche se suggestiva) con il parco automobilistico». (Terranova, 1998)

Dal canto suo, Salvatore Settis riflette sulle trasformazioni urbane contemporanee, quali reali e concreti strumenti attuativi del progetto dell'esistente. Detti processi trasformativi risultano ancora in grande misura sottoposti al negoziato fra autorità pubblica, da una parte, e proprietari di aree, investitori e immobiliari, dall'altra. Le espansioni incontrollate della città o anche certe rigenerazioni di luoghi dismessi e abbandonati risultano frutto di calcoli economici o finanziari, prima che opere d'architettura. (Settis, 2017)

È in atto, secondo Stefano Boeri, una forma di rimozione collettiva dalle coscienze delle responsabilità tecniche e politiche. (Boeri, 2017)

Nel mentre i territori vengono costellati di nuovi simulacri, potenti cattedrali dedicate all'ambizione, alla cattiva programmazione, all'incapacità, alla scarsa o nulla manutenzione, in alcuni casi al malaffare.

Marc Augè le rappresenta come macerie che non hanno più il tempo di diventare rovine. (Augè, 2004)

Grandi opere terminate e abbandonate a una rapidissima obsolescenza, logorate dalle pressioni antropiche derivate da un utilizzo smisurato; ma anche opere incompiute esito del blocco dei lavori di costruzione. Ed ecco, che osservando queste "macerie" avviene naturalmente una sorta di ribaltamento dell'accezione data al significato di alcuni termini - durevole, effimero - legati a doppio filo al rapporto tra tempo e architettura.

Di durevole rimangono le ferite inferte al paesaggio, l'offesa alla società civile, l'inaccessibilità dei luoghi, il degrado ambientale.

Effimera diventa la speranza di sviluppo e di crescita di un territorio; la possibilità di attivare virtuose economie circolari; l'idea di riuscire ad intervenire nelle città per edificare società civili, realizzare reti ecologiche, ponendosi obiettivi di sostenibilità e resilienza.

Ma il progetto dell'esistente si confronta anche con l'impellenza di un rilancio deciso delle politiche della casa e dell'abitare, ulteriormente gravate dalla domanda di ospitalità temporanea, nonché dalle sempre più frequenti situazioni emergenziali. Quella recente - pandemica - ha, di fatto, modificato globalmente il modo di vivere, abitare, lavorare e, insieme, la prospettiva con cui oggi tali mutate esigenze riguardano nuove risposte progettuali verso antiche e nuove criticità. Città, infrastrutture, architetture, ambienti di vita, mostrano infatti, molto più esplicitamente rispetto al passato, la loro inadeguatezza, esprimendo contestualmente l'esigenza di un loro profondo rinnovamento.

L'ambiente costruito, epicentro naturale dei conflitti generati da tensioni - fisiche, sociali, economiche, climatiche - diviene così principale campo di indagine e di sperimentazione per il rilancio del progetto dell'esistente. Non solo mediante approcci conservativi/manutentivi, ma anche, senza escludere i primi, attraverso l'attuazione di processi di trasformazione, rigenerazione, riqualificazione, demolizione.

Proliferano proposte di strategie di intervento sostenute da ispirate teorie socio-tecniche.

È il caso di Renzo Piano che declina la sua idea di “rammendo delle periferie” basandola su sei punti: la presenza di un mix generazionale, economico, etnico e funzionale; la dotazione di servizi; la definizione di luoghi per la gente dove si celebrino l’incontro e la condivisione; il potenziamento dei trasporti pubblici; il verde come tessuto connettivo e, infine, la diagnostica scientifica che consenta d’intervenire chirurgicamente, con cantieri leggeri che non allontanino gli abitanti.

È il caso anche di Marco Casagrande che, correlando ambientalismo e progetto di città, propone invece la cosiddetta agopuntura urbana che dovrebbe attuarsi attraverso la manipolazione puntuale dei flussi di energia con il fine di promuovere uno sviluppo ecologicamente sostenibile indirizzato alle città post-industriali, di terza generazione. Terreno fertile per l’innesto di progetti sostenibili, il cui scopo, come gli aghi utilizzati nella pratica dell’agopuntura, è quello di apportare maggiore autenticità, migliore vivibilità e senso di benessere all’intero loro corpo. (Casagrande, 2013)

In termini generali più ampi, vi è da dire che tutte le questioni fin qui poste si ritrovano nella rinnovata visione strategica introdotta dalla Commissione Europea con la *Renovation Wave Strategy for Europe*. (EU-COM, 2020a)

L’obiettivo ivi formalizzato è di raddoppiare nell’arco di dieci anni gli interventi di riqualificazione sul patrimonio esistente, garantendo un’adeguata efficienza energetica e sostenendo, al contempo, le economie circolari attraverso il recupero e il riuso.

Prendono corpo finalità generali, poste di rado in così esplicita e stretta relazione tra loro: il recupero del patrimonio esistente e, insieme, la riduzione di emissioni di gas a effetto serra che traggono obiettivi di neutralità climatica per l’Europa, nonché di miglioramento della qualità della vita delle persone che vivono e utilizzano gli edifici.

In linea con tali obiettivi ne sono stati fissati principi e indicatori operativi in grado di misurare la smart readiness degli edifici esistenti, ovvero la loro attitudine ad essere inclusi nel processo di riconversione digitale dell’esistente. (EU-COM, 2020b)

Finalità, peraltro, perfettamente in linea con lo scenario proposto già qualche anno prima dal World Economic Forum, denominato *A Green Reboot*, secondo il quale in un pianeta preoccupato di affrontare le scarse risorse naturali e il cambiamento climatico, si dovrebbe puntare sulla riqualificazione dell’esistente, utilizzando approcci costruttivi eco-friendly e materiali sostenibili. (WEF, 2018)

Si tratta di prospettive che nel riconoscere una seconda opportunità al progetto dell'esistente, un rinnovato interesse nell'ambito dell'attuale transizione, attribuiscono, con forza e autorevolezza, centralità ai presupposti scientifici e culturali che avevano sostenuto il nascere e l'affermarsi delle sue teorie. Arricchendo peraltro quelle stesse teorie di nuovi contenuti, nuove relazioni tra gli elementi, nuove esigenze.

Il concetto stesso di limite - declinato nell'ambito degli studi relativi alla questione ambientale - si applica con nuovi significati ai processi di antropizzazione del territorio, trasferendo diversi livelli di responsabilità ad operatori e stakeholder.

La prima, di ordine generale, è quella di una rinnovata "legge morale" che incarna, determinandone addirittura un'amplificazione, i principi della stessa sostenibilità: attenzione verso l'ambiente, la città, la società, la cultura, la storia. Attenzione che dovrebbe estendere i propri confini, oltre e al di là della cultura del vincolo e della norma, senza tuttavia negarle. Una sorta di processo consequenziale che alle regole abbinare l'etica e che all'operare imponga l'impegno morale.

Ciò, nei suoi termini operativi, si traduce in un secondo, coerente, livello di responsabilità. Quello della conoscenza intesa come capacità e strumento per leggere e interpretare le componenti che strutturano un habitat, gli aspetti che lo influenzano, le prassi dell'abitare, i caratteri storici, formali, sociali che lo definiscono, insieme a quelli costruttivi relativi al patrimonio edificato, il suo stato di salute, la sua attitudine alla modificazione.

Ne scaturisce l'esigenza di superare il concetto di diagnostica, e delle discipline ad essa collegate intese come scienze specialistiche che si alimentano di accurate analisi di laboratorio e di applicazioni muscolari delle nuove tecnologie del rilievo, rimanendo spesso estranee a processi olistici di conoscenza dell'oggetto e dei fenomeni indagati. Ne è derivata, e via via maturata, la convinzione che la soluzione dei problemi potesse essere direttamente proporzionale alla capacità di andare in profondità ai problemi medesimi, utilizzando indagini strumentali.

Ciò si è tradotto, in una duplice condizione, da una parte, nella ricerca e nella sperimentazione puramente tecnica - verrebbe da dire compulsiva - di strumentazioni sempre più avanzate, precise e rapide per la raccolta e restituzione dei dati, dall'altra nella progressiva acquisizione di capacità e conoscenze sempre più affinate da utilizzare nella costruzione di quadri conoscitivi attendibili.

Oggi disponiamo infatti, di metodologie e tecniche di estrema precisione - scanner laser terrestre, fotogrammetria aerea, sistemi geomatici - in grado di restituire esatte informazioni grafiche, geometriche e tridimensionali del territorio, del paesaggio e delle città, con precisione crescente fino alla scala edilizia e materiale. Possiamo altresì attingere a banche dati estremamente strutturate e significativamente aggiornate sui cicli meteorologici che riguardano praticamente tutte le aree del mondo. Disponiamo, grazie ad applicazioni open in rete, di viste zenitali di un dato territorio e la contestuale possibilità di accedervi virtualmente. Analogamente la scala edilizia vi è la disponibilità di un vastissimo novero di opportunità, inimmaginabili sino a qualche decennio fa e spesso anche a costi sostenibili. Dal Rilievo, al monitoraggio, e ancora prototipazione, realtà virtuale e aumentata, testing, analisi in laboratorio e in situ. Tecniche e strumenti che forniscono agli operatori dati geometrico-dimensionali oggettivi sulla configurazione degli elementi, profili prestazionali del loro comportamento ambientale e tecnologico, restituzioni analitiche dei degradi visibili e no, azioni simulate. A questi si aggiungono tools e procedure che consentono di interpretare e strutturare in forma intellegibile dati singoli e/o aggregati tra loro.

Tuttavia, questa disponibilità di metodi e strumenti, che per certi versi può apparire addirittura ipertrofica, non sembra ancora essersi fatta interprete appieno di quel richiamato principio di responsabilità che dovrebbe guidare il processo cognitivo di cui si è detto.

Emerge il paradosso che al continuo e sempre più veloce affinamento e sviluppo di tecniche e strumenti sembra contrapporsi la progressiva perdita della capacità di governare e restituire sotto forma intellegibile e coerente le mutue relazioni che esistono tra la disponibilità di dati - aumentata esponenzialmente grazie proprio alla capacità tecnica di loro acquisizione - e la conoscenza reale dei fenomeni.

I dati ricavati dall'osservazione, dall'esperienza diretta e da raffinatissime prove di laboratorio costituiscono fatti oggettivi, numeri, parametri, indicatori. Presi a sé stanti non comunicano nulla. Essi vanno interpretati e messi a sistema. Il conseguente processo di conoscenza non può prescindere dal loro carattere quantitativo e qualitativo, relativamente alla dimensione fisica dell'oggetto di indagine.

Ne consegue che detto processo di conoscenza delle preesistenze su cui si riflette, prevarica i margini puramente tecnici di cui le attività diagnostiche ne costi-

tuiscono solo una componente, certamente necessaria ma non sufficiente, imponendo valutazioni di tipo culturale, economico e sociale.

Le dimensioni immateriali dovranno essere esplorate in termini paritetici.

Christian Norberg-Schulz definisce l'esito di questo processo la "scoperta" del *genius loci* che, a sua volta, declina e sostanzia utilizzando diverse locuzioni, alle quali seguono principi che ancora oggi dovrebbero costituire una guida per istruire il progetto di trasformazione e che certamente val la pena richiamare, a partire dagli aspetti definitivi. «Un luogo è un fenomeno totale qualitativo che non può essere ridotto a nessuna delle sue caratteristiche». E ancora, «la struttura del luogo andrebbe descritta in termini di paesaggio e di insediamento e analizzata mediante le categorie di spazio e di carattere. Mentre lo spazio indica l'organizzazione tridimensionale degli elementi che compongono il luogo, il carattere denota l'atmosfera generale, che rappresenta la proprietà più comprensiva di qualsiasi luogo». (Norberg-Schulz, 1979)

Insieme, si potrebbe affermare, ne costituiscono l'identità che andrebbe di volta in volta definita e interpretata e che rappresenta in definitiva l'obiettivo ultimo e reale di tutti i processi di "conoscenza responsabile" di un "qualsiasi luogo".

Solo prestando la giusta attenzione alla dimensione immateriale degli oggetti d'indagine, sarà possibile alimentare azioni che, non solo, traggano in considerazione i consueti obiettivi riferiti al mantenimento, ripristino e prolungamento della vita fisica, funzionale e economica di edifici, comparti urbani e interi quartieri, ma che considerino l'edilizia, anche quella non necessariamente collocabile in modo proficuo sul mercato, una risorsa, latrice di storia e cultura, facente parte della compagine paesaggistica e anello della catena che tiene in equilibrio molte delle attuali tensioni ambientali. In questo senso, il modello ipertecnicista sembra aver fallito e dovrà necessariamente lasciare il passo all'affermazione di una rinnovata operatività che si apra al coinvolgimento nei processi conoscitivi di un aumentato numero di discipline e perciò in grado di governarne le connessioni più che il loro portato specialistico.

Tra le pieghe di dette riflessioni, prendono corpo aspetti che rappresentano nuove sfide per il settore delle costruzioni in generale e di quello della Manutenzione in particolare. Il tema della conoscenza, posto in relazione alle nuove frontiere della gestione digitale del costruito e delle relative azioni di manutenzione/trasformazione, è fra questi.

Un rapporto che, se da un lato pone in primo piano i pericoli derivanti da una digitalizzazione senza una governance politica adeguata; dall'altro riconosce la necessità e l'importanza di avviare processi dedicati e innovativi nell'Era della convergenza tra intelligenza umana e intelligenza artificiale, di governare e integrare le trasformazioni digitali, evitandone i punti di criticità, di costruire quadri normativi e prassi operative opportunamente orientate alla sostenibilità, che trasferiscano il concetto di resilienza, quale connotato caratterizzante, anche agli strumenti digitali.

3.4 Nuove frontiere della manutenzione

Si è detto delle origini e della storia, antichissima, dell'approccio manutentivo in edilizia, della sua dimensione inconsapevolmente - ma anche naturalmente - ecologica, dei suoi caratteri teorici e applicativi, delle permanenze e delle stabilità disciplinari, delle loro dinamiche evolutive.

Si è detto, altresì, delle visioni anticipatrici, delle potenzialità e dei traguardi, ambiziosi, cui indirizzavano attorno alla fine dello scorso secolo gli studi proposti da diversi autori. Tra questi, Claudio Molinari affermava, accanto alla esigenza di dotarsi di strumenti e procedure mirate, la necessità di disporre di un sistema di conoscenze strutturate che, sviluppato a scale diverse - da quella ambientale, a quella costruttiva e alla più ridotta scala materica - fosse capace di sostenere una effettiva pianificazione delle operazioni di manutenzione. E ciò, proprio attraverso la gestione e l'utilizzo virtuoso delle informazioni che mettesse in atto capacità di garantirne ottimizzazione, razionalizzazione e aggiornamento continuo. (Molinari, 1989; 1994; 2002)

Si è evidenziato come nel riconoscerne portata, in termini innovativi, e utilità, in termini economici e in termini ambientali, Maurizio Cattaneo, non più di dieci anni orsono, poneva ancora, e a ben ragione, la manutenzione nella prospettiva di configurarsi essa stessa quale "speranza per il futuro". (Cattaneo, 2012)

Se ne sono delineate, infine, le barriere, costituite da resistenze diffuse, limiti strutturali e strumentali che, negli ultimi decenni, ne hanno ostacolato l'affermazione, non solo quale speranza per un futuro più o meno prossimo, ma anche, più semplicemente, relativamente ad una sua concreta applicazione alle diverse fasi del processo edilizio.

In ragione di un primitivo e poco efficace sistema di trasmissione delle informazioni, salvo rari casi evoluti ed innovativi, i diversi attori considerano quasi ineluttabile, in fin dei conti addirittura accettabile, che i dati nel passaggio da una fase ad un'altra possano perdersi, attivando la conseguente necessità di essere rielaborati (di sovente ripartendo da zero) come se il relativo capitale informativo potesse essere considerato estraneo al processo nella sua interezza e dunque ri-costituito ad hoc di volta in volta.

Eppure, la UNI 10951, già nel 2001, aveva opportunamente introdotto il Sistema Informativo per la Gestione della Manutenzione, uno «strumento di supporto decisionale ed operativo costituito da banche dati, procedure e funzioni finalizzate a raccogliere, archiviare, elaborare, utilizzare ed aggiornare le informazioni necessarie per l'impostazione, l'attuazione e la gestione del servizio di manutenzione».

Un sistema intelligente di gestione delle conoscenze che avrebbe dovuto, forse semplicemente potuto ricercare, oggi, il proprio contrappunto nei campi di applicazione delle tecnologie dell'informazione, ICT, accogliendone gli innovativi approcci e indirizzando verso inedite modalità di condivisione e utilizzo dei dati tra operatori, nonché tra questi e gli utenti finali anche in ambito manutentivo. Occorrenze che pur opportunamente elaborate e teorizzate, in passato, risultano fino ad ora, quasi mai, concretamente poste in essere nelle prassi attuative.

Parimenti, in un'ottica di garanzia di qualità complessiva nel ciclo di vita che associa all'agire progettuale i termini "costi", "efficienza", "sostenibilità", emerge, prepotente, la necessità di superare mancanza di condivisione e aggiornamento delle informazioni, difficoltà di controllo, difetto di comunicazione e di interoperabilità, accompagnando adeguatamente lo spostamento in atto dall'hard (tecniche) al soft (informazione, organizzazione) del baricentro degli studi e dei relativi aspetti operativi riferiti ad un rinnovato approccio manutentivo. (Azzalin, 2019)

Ne risultano coinvolti eterogenei campi d'interesse che presuppongono approcci multidisciplinari e richiedono una sempre maggiore capacità di gestire dati strutturati relativi, tanto a valori prestazionali e di funzionamento, quanto ad aspetti comportamentali ed esperienziali riferiti agli utenti finali, al loro benessere e al loro livello di soddisfazione.

In un simile contesto la dimensione cognitiva e informazionale acquisisce sempre di più centralità nella prospettiva di ricondurre ad un processo unitario e interconnesso tutte le azioni di management del patrimonio costruito, realizzando rica-

dute positive in termini di pianificazione delle attività di gestione, tempi di attuazione degli interventi, controllo delle prestazioni di componenti e apparecchiature.

Oggi, le aumentate capacità di acquisire informazioni, apre alla necessità-opportunità di porre in atto approcci integrati digitali che nel raggiungere i richiesti obiettivi di qualità, configurano innovati e sostenibili processi di gestione delle informazioni; consentono di analizzarle, interpretarle e visualizzarle real time, attivando processi di condivisione, di definizione e verifica continua dei requisiti.

Il documento *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU* (EU-COM 2009) nel definire e introdurre le Key Enabling Technologies, KET, individuava già allora, quali strategie e strumenti di innovazione, i principi della digitalizzazione, automatizzazione e interconnessione dei processi produttivi. Cyber-physical systems, Internet of Things, Big data, 3D printing, robotics, simulation, augmented reality, cloud computing, cyber security, sono termini di un ricco glossario a cui si associano le potenzialità ulteriori offerte dagli approcci Digital Twin.

Molteplici le potenzialità. La loro sperimentazione e diffusione costituisce ad oggi, la frontiera più avanzata dell'innovazione nell'ambito dei processi di controllo e previsione delle prestazioni di un oggetto o di un prodotto. (Hassanien et alii, 2022)

Il concetto originario di Digital Twin fu introdotto nel 2002 da Michael Grieves, oggi Chief Scientist for Advanced Manufacturing presso il Florida Institute of Technology, in occasione della presentazione della proposta di un Product Lifecycle Management PLM. Lo definì un sistema virtuale dinamico, specchio di quello reale, denominandolo “Mirrored Spaces Model” e, successivamente, “Information Mirroring Model”. In quell'occasione, Grieves ne descriveva per la prima volta gli elementi di base. Prodotti fisici nello spazio reale, prodotti virtuali nello spazio virtuale e insieme il flusso di dati e di informazioni da attivarsi tra le due dimensioni. Una rappresentazione estremamente dinamica in cui il reale e il virtuale risultavano collegati durante l'intero ciclo di vita del sistema: dalla creazione alla produzione-fabbricazione, all'utilizzo-funzionamento e, infine, al suo smaltimento. (Grieves, 2006)

Alcuni anni dopo, nel 2011, fu lo stesso Grieves a coniare il termine Digital Twin definendolo l'equivalente virtuale e digitale di un prodotto fisico, un insieme di costrutti informativi virtuali che descrivono un manufatto potenziale o reale, dal livello micro-atomico al livello macro-geometrico. (Grieves, 2011)

La prima sperimentazione di un processo di simulazione, assimilabile ad un Digital Twin, risale tuttavia a diversi decenni prima.

In occasione della Missione Apollo 13 del 1970, la NASA, aveva, infatti, pianificato e messo in atto per la prima volta una strategia di simulazione prototipale digitale. Fu creato un sistema digitale adattivo, replica virtuale del comportamento della spacecraft, al fine di prevederne e simulare in un contesto controllato potenziali problematiche di funzionamento, conformando il prototipo alle condizioni realistiche che si sarebbero potute attivare durante la fase di uso. (Allen, 2021)

Dall'intuizione di allora, attraverso la ricerca applicata, la creazione di modelli digitali tridimensionali di oggetti complessi e/o dei singoli componenti, la simulazione del loro funzionamento in condizioni ordinarie e/o sotto stress, si è giunti all'attuale concetto di Digital Twin.

Un portato di evoluzione-rivoluzione tecnologica che afferma il passaggio dagli atomi ai bit, da una dimensione materiale, ad una con uno spiccato carattere informatico, oltre che informazionale e immateriale.

In questa nuova dimensione, indifferentemente dal settore produttivo, il processo di progettazione e la successiva verifica di funzionamento divengono più rapidi ed efficienti. Diventa possibile effettuare test e simulazioni, altrimenti difficili su mock-up reali, testare soluzioni alternative, valutare articolazioni spaziali diverse.

Il Digital Twin, in quanto replica virtuale di un prodotto fisico consente di operare previsioni sulle prestazioni nel tempo, di sperimentarne miglioramenti senza doverli necessariamente testare sul prodotto stesso. (Boschert and Rosen, 2016)

Il modello in bit può essere utilizzato per test di durata, e per valutare l'usura delle parti. Si possono eseguire prove di invecchiamento, accelerando artificialmente lo scorrere del tempo, in modo da valutare in alcune ore diversi anni di operatività. Viceversa, in caso di disfunzioni o malfunzionamenti, il tempo può essere "rallentato" al punto da poter osservare una rappresentazione di quel che potrebbe accadere nella realtà, in intervalli di secondi o anche di millisecondi.

Il Digital Twin di prodotto e/o di un componente è anche una fonte preziosissima di informazioni di feedback sia per i progettisti che per i gestori e non ultimo per i produttori che, potendo disporre dei dati sulle prestazioni in uso nell'intero ciclo di vita, possono migliorare il prodotto stesso e/o fornire ai clienti servizi post-vendita customizzati.

Moltissime le potenzialità e le opportunità del loro utilizzo nei diversi ambiti produttivi - dalla smart fabric, smart agricolture, smart health alle smart city, smart grid, smart building - nonché in tutti quei contesti complessi nell'ambito dei quali un'attività di previsione, in fase di progettazione o nelle successive fasi operative, riduce le incognite di rischio o malfunzionamenti. Sono elementi fortemente caratterizzanti la digital transformation avviata con Industria 4.0. (Leng et alii, 2021)

Secondo gli esiti di un'indagine condotta sull'adozione delle tecnologie innovative, dalla Gartner inc., società che si occupa di ricerca di mercato e analisi nel campo della tecnologia dell'informazione, i Digital Twin rientrano, infatti, tra le cinque tendenze emergenti che guideranno l'innovazione tecnologica nel prossimo decennio. (Gartner, 2019)

Già nel 2019, l'analisi sopra richiamata riportava che quasi la metà delle aziende (il 48%), che stava lavorando a progetti basati sull'Internet of Things sperimentava contemporaneamente l'utilizzo di Digital Twin. Nel medesimo studio si prevedeva, inoltre, che, nel 2020, sarebbero stati ben 21 miliardi i sensori collegati in rete tra loro.

La loro diffusione, che si sta effettivamente concretizzando in questi anni in termini esponenziali, ha parimenti confermato anche le previsioni connesse all'uso sempre più pervasivo del Digital Twin. (Research and Market, 2022)

Applicati in maniera diffusa in moltissimi settori, dall'aerospaziale all'aeronautico, dagli scenari industriali complessi all'automotive, alla medicina, il loro uso sembra estendersi, sia pure con la ormai consapevole atavica lentezza, anche al settore delle costruzioni.

Con riferimento in particolare a tale ambito, il Digital Twin, nella sua dimensione di modello digitale, apre a nuove modalità.

Consente in fase di progettazione di valutare e verificare scelte in termini di alternative progettuali, tecnologiche, di costi economici e ambientali; di superare la nota condizione limitativa di non poter realizzare prototipi degli edifici, simulando e verificando comportamenti e prestazioni in relazione alla futura fase d'uso, consentendo il controllo delle variabili informative connesse all'intero ciclo di vita degli edifici. (Evans et alii, 2019; Delgado and Oyedele, 2021)

La sua applicazione in fase d'uso, condizione rispetto alla quale si evidenziano le maggiori potenzialità, traguarda l'obiettivo di mettere in valore la capacità di elabo-

razione delle tecnologie avanzate, già disponibili ma ancora non diffusamente messe a sistema tra loro e a servizio del settore delle costruzioni: le metodiche di modellazione digitale, Building Information Modeling, BIM, “as built” in connessione con i Geographic Information Systems (GIS); l’Internet of Things, IoT; i dispositivi e i sistemi di connessione smart da installare negli edifici.

- Il Modello digitale BIM “as built” è il modello grafico e informativo dell’edificio esistente, completo di informazioni e specifiche tecniche relative agli asset in esso contenuti. In riferimento alla normativa ISO 19650 e alla sua versione italiana UNI 11337-4, la dimensione “as built” corrisponde al livello di sviluppo degli oggetti virtualizzati in grado di rappresentare e restituire gli specifici sistemi costruttivi realizzati e verificati, con la definizione dei relativi interventi di gestione e manutenzione da eseguirsi lungo la vita utile dell’opera. (Volk et alii, 2014; Kassem et alii, 2015; Borin e Zanchetta, 2020)
- L’Internet of Things descrive il network che rende possibile la connessione attraverso la rete internet di sensori, software e tecnologie, nonché la comunicazione di dati in uscita o in entrata. È parte integrante dell’infrastruttura di base per il monitoraggio delle prestazioni in uso, l’acquisizione e la registrazione real time dei dati ricavati dai relativi sistemi di sensoristica. Consente di operare, sul modello digitale, in ambiente Cloud, integrando viewer, realtà virtuale e realtà aumentata, “performace simulations”. (Pasini et alii, 2016)
- I dispositivi, i sistemi di connessione smart e quelli di sensoristica, per il monitoraggio, i sistemi di Domotica e Building Automation Control Systems, BACS, installati negli edifici, realizzano Smart Buildings, e Cognitive Buildings. Costruzioni “phygital” fisico/digitali, nodi di Smart Grid e Smart Cities, in grado di comunicare con gli altri edifici, con i sistemi di mobilità, con gli utenti. (Silva et alii, 2018; Brunone et alii, 2021).

Il Digital Twin si configura quale entità digitale che associa il concetto di modello grafico e informativo, con quello di smart object, integrando la componente IoT installata sull’oggetto medesimo. La sincronizzazione tra realtà fisica e realtà virtuale è garantita da un’infrastruttura di comunicazione pervasiva, una piattaforma di condivisione dei dati in real time che, attraverso l’utilizzo di sensori e attuatori presenti sul manufatto consente l’accesso ai dati e la loro analisi. (Zhao et alii, 2022; Alanne and Sierla, 2022)

Sfruttando il machine learning e l'intelligenza artificiale, il Digital Twin permette di elaborare modelli e simulazioni delle prestazioni future e dei comportamenti in specifiche condizioni di utilizzo. Consente, altresì, di fornire informazioni sulle prestazioni e sullo stato di salute; di rilevare le condizioni di funzionamento, i guasti e i malfunzionamenti di sistemi e componenti prevenendo, potenziali situazioni di rischio, tempi di inattività e inefficienze, ottimizzando performance e sicurezza; di abilitare e pianificare interventi di manutenzione predittiva, monitorare i consumi, energetici, idrici; di disporre di database di tutte le informazioni in un unico ambiente centralizzato attraverso la possibilità di localizzazione e gestione di tutte le attività comprese le funzionalità dei sistemi IoT in un'unica dashboard di controllo, in cui sono presenti cruscotti di sintesi dei valori e dei parametri monitorati.

Diviene in questo modo potenziale strumento olistico di supporto alle azioni manutentive, aprendo a innovative metodiche e opportunità connesse ad approcci di tipo predittivo, la cui mancata pianificazione, sin dalle fasi di programmazione e progettazione, misura l'attuale incapacità del settore di attivare virtuosi processi di controllo e di governo della fase d'uso. (Errandonea et alii, 2020; Boje et alii, 2020)

Appare evidente che l'approccio Digital Twin applicato alla fase di manutenzione e gestione, è ambito sfidante, in virtù anche della sempre maggiore attenzione che le politiche attuative europee pongono nei confronti del patrimonio edilizio esistente. Al riguardo la Commissione Europea ha di recente proposto l'adozione di un approccio basato sull'utilizzo del Digital Building Logbook, un repository digitale di tutte le informazioni più rilevanti relative all'edificio che, nei fatti, sembra configurare un'azione propeudeutica all'effettiva affermazione di approcci Digital Twin. (EU, 2021b)

In Italia, il Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027, ne afferma l'importanza strategica nell'ambito del monitoraggio dell'integrità strutturale e della funzionalità operativa di infrastrutture (fabbricati, strade, ferrovie, porti, aeroporti, ponti, dighe e altre installazioni); del monitoraggio della qualità di aria e acque, del ciclo dei rifiuti e dei sistemi di mobilità e logistica per la salute pubblica e i servizi sanitari e di emergenza, per la vivibilità e l'accessibilità delle città e per la valorizzazione del patrimonio culturale e la fruibilità turistica. Il documento afferma che la ricerca dovrà avanzare secondo approcci Digital Twin, basati su sensoristica innovativa, mininvasiva e capillare, mirando alla realizzazione di infrastrutture intelligenti, smart grid e sistemi di Intelligent Energy Management, per la gestione sostenibile delle risorse energetiche.

Un ambito di ricerca, quello del Digital Twin, che individua diversi temi di sperimentazione. Tra questi: la diffusione dell'utilizzo del Building Information Modeling, BIM, (Pärn et alii, 2017, Aengenvoort and Kramer, 2018; Sacks et alii, 2018); la sua integrazione con Building Lifecycle Management (BLM) e Product Lifecycle Management (PLM) come parte del processo di generazione di dati e gestione delle informazioni per la pianificazione del ciclo di vita (Stark et alii, 2019; Qi et alii, 2019; Sacks et alii, 2020); le questioni relative alle tecnologie dell'informazione riguardanti la fase di Operation and Maintenance, O&M e lo sviluppo di processo decisionali basati su Big data. (Volk et alii 2014; Alvarez-Romero, 2014; Aziz et alii 2016, Chen et alii, 2018; Errandonea et alii, 2020)

Altri ambiti specifici riguardano: l'implementazione degli strumenti di interoperabilità basati su standard aperti Industrial Foundation Classes (IFC - ISO 16739:2018) che indirizzano verso la progressiva sperimentazione di specifiche dei dati Construction Operations Building information exchange, COBie, da utilizzarsi come formati e modalità di scambio di informazioni tra la fase di progetto e quella di O&M (Kassem et alii, 2015; Hamledari et alii, 2018); il monitoraggio e la disponibilità di dati accessibili opportunamente strutturati (Lu et alii, 2020; Delgado et alii, 2018; Wang et alii, 2019); l'integrazione di funzioni di analisi, controllo e simulazione per lo sviluppo di modelli prestazionali. (Motamedi et alii, 2014; Evans et alii, 2019; Delgado and Oyedele, 2021; Zhao et alii, 2022; Alanne and Sierla, 2022).

Al tempo stesso, si registrano aspetti che ne limitano l'applicazione concreta alla fase di uso. Tra questi lo scollamento tra progettazione/realizzazione e gestione a cui si aggiungono la richiamata questione della strutturazione e organizzazione dei dati standard aperti, la diffusione delle metodologie BIM, l'adeguamento dei sistemi di legacy e i richiami al loro utilizzo per la gestione dei processi di pianificazione della vita utile.

Aspetti tutti parimenti condivisi ed esplicitati nei caratteri fondativi degli approcci Digital Twin il cui principio base è l'informazione, che diviene capitale informativo nel momento in cui può essere acquisita e scambiata tra edificio, modello digitale, operatori e utenti. Alimentando la possibilità di efficaci trasformazioni dei processi. Avviando, in tal modo, la quanto mai auspicata affermazione, concreta, di approcci manutentivi predittivi che si riconoscano, innovandosi senza negare le proprie origini, oltre che nella capacità di governare l'informazione, anche nei portati culturali, ideologici e applicativi dell'attuale transizione ecologica e digitale.

References

- AA.VV. (1990) *Il recupero: metodi e modi*, BE-MA, Milano
- AA.VV. (1992) *Il recupero: cura e manutenzione*, BE-MA, Milano
- ACAPS (2014) *Secondary Data Review. Sudden Onset Natural Disasters*, Technical Brief
- Aengenvoort, K. and Kramer, M. (2018) "BIM in the operation of buildings: Technology Foundations and Industry Practice" in *Building Information Modeling*, Springer International Publishing
- Alanne, K. and Sierla, S. (2022) "An overview of machine learning applications for smart buildings" in *Sustainable Cities and Society*, Vol.76
- Allen, B.D. (2021) *Digital Twins and Living Models at NASA*, NASA Technical Reports
- Alvarez-Romero, S.O. (2014) *Use of Building Information Modelling Technology in the Integration of the Handover Process and Facilities Management*, Worcester Polytechnic Institute, Worcester
- Arnaiz, A.; lung, B.; Adgar, A.; Naks, T.; Tohver, A.; Tommingas T. and Levrat, E. (2010) "Information and Communication Technologies Within E-maintenance" in Holmberg, K., Adgar, A.; Arnaiz, A.; Jantunen, E.; Mascolo, J. and Mekid, S. (2010) *E-maintenance*. Springer, London
- Augé, M. (2004) *Rovine e macerie. Il senso del tempo*, Bollati Boringhieri, Torino
- Aziz, N.D.; Nawawi, A.H. and Ariff, N.R.M. (2016) "ICT evolution in facilities management (FM): Building Information Modelling (BIM) as the latest technology" in *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, n.234
- Azzalin, M. (2019) "Per una manutenzione 4.0. Opportunità versus necessità" in Lauria M.; Mussinelli E. e Tucci F. (a cura di) (2019) *La produzione del progetto*, Maggioli, Milano
- Boeri, S. (2017) "Per una scuola del Fallimento in Architettura" in *The Plan* n.101
- Boje, C.; Guerriero, A.; Kubicki, S. and Rezgui, Y. (2020) "Toward a semantic Construction Digital Twin: Directions for Future Research" in *Automation in Construction*, Vol.114
- Borin, P. e Zanchetta, C. (2020) *IFC, Processi e modelli digitali openBIM per l'ambiente costruito*, Maggioli Editore
- Boschert, S. and Rosen, R. (2016) "Digital Twin. The Simulation Aspect" in Hehenberger, P. and Bradley, D. (edited by) *Mechatronic Futures Challenges and Solutions for Mechatronic Systems and their Designers*, Springer Nature
- Brunone, F.; Cucuzza, M.; Imperadori, M. and Vanossi, A. (2021) "From Cognitive Buildings to Digital Twin: The Frontier of Digitalization for the Management of the Built Environment" in Brunone, F.; Cucuzza, M.; Imperadori, M. and Vanossi, A. *Wood Additive Technologies*, Springer Nature
- Casagrande, M. (2013) *Biourban acupuncture. Treasure hill of Taipei to Artena International Society of Biourbanism*, Roma

- Caterina, G. (a cura di) (1989) *Tecnologia del recupero edilizio* UTET, Torino
- Caterina, G. e Pinto, M.R. (a cura di) (1997) *Gestire la qualità nel recupero edilizio e urbano*, Maggioli Editore
- Caterina, G., Curcio, S., Molinari, C., Paganin, G. e Talamo, C., (2007) “Verso la Manutenzione Urbana. Cultura e mercato tra innovazione e problematicità” in Fiore, V. (a cura di) *La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano*, LetteraVentidue, Bagheria (PA)
- Cattaneo, M. (2012) *Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo*, Franco Angeli, Milano
- Chen, W.; Chen, K.; Cheng, J.C.; Wang, Q. and Gan, V.J. (2018) “BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders” In *Automation in Construction*, n.91
- Ciribini, G. (1979) *Introduzione della tecnologia del design*, Franco Angeli, Milano
- Ciribini, G. (1984) *Tecnologia e progetto*, Celid, Milano
- Croce, S. (2003) “Introduzione generale alle linee guida per i documenti tecnici del Piano di Conservazione”, in Della Torre, S. (2003) (a cura di) *La Conservazione Programmata del Patrimonio Storico Architettonico: linee guida per il piano di conservazione e consuntivo scientifico*, Guerini e Associati, Milano
- Curcio, S. e Talamo, C. (2003) “Glossario Terminologico”, in Curcio, S. (a cura di) *Lessico del Facility Management. Gestione integrata e manutenzione degli edifici e dei patrimoni immobiliari*, Il Sole 24, Milano
- D’Alessandro, M. (a cura di) (1994) *Dalla manutenzione alla manutenibilità*, Franco Angeli, Milano
- Daniotti, B., Gianinetto, M. and Della Torre, S. (edited by) (2020) *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, Springer
- Delgado, J. M. D.; Butler, L. J.; Brilakis, I.; Elshafie, M. Z. and Middleton, C.R. (2018) “Structural performance monitoring using a dynamic data-driven BIM environment” in *Journal of Computing in Civil Engineering*, 32
- Delgado, J.M.D. and Oyedele, L. (2021) “Digital Twin for the built environment: learning from conceptual and process models in manufacturing” in *Advanced Engineering Informatics*, Vol.49
- Department of Industry (1978) *Terotechnology handbook*, Hmso, Londra
- Di Battista, V. (1987) “Manutenzione” in *Recuperare*, n. 31
- Di Battista, V. (1992) “Le discipline del costruito e il problema della continuità”, in Ciribini, G. (ed.) *Tecnologie della Costruzione*, La Nuova Italia Scientifica, Hoepli, Milano
- Di Battista, V.; Fontana, C. e Pinto M.R. (a cura di) (1995) *Flessibilità e riuso*, Alinea, Firenze
- Errandonea, I.; Beltrán, S.; Arrizabalaga, S. (2020) “Digital Twin for maintenance: A literature review” in *Computers in Industry*, Vol.123

- EU Commissione Europea (2020a) *A Europe fit for the digital age*
- EU Commissione Europea (2020b) *Circular Economy Action Plan*
- EU Commissione Europea (2020c) *Shaping Europe's digital future*
- EU Commissione Europea (2021a) *Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*
- EU Commissione Europea (2021b) *Study on the Development of a European Union Framework for Digital Building Logbooks. Final Report*
- EU-COM (2009) COM/2009/512 *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU*
- EU-COM (2020a) COM/2020/662 *A Renovation Wave for Europe. Greening our buildings, creating jobs, improving lives*
- EU-COM (2020b) COM/2020/6929 (2020b) *Detailing the technical modalities for the effective implementation of an optional common Union scheme for rating the smart readiness of buildings*
- Evans, S.; Savian, C.; Burns, A. and Cooper, C. (2019) *Digital Twin for the built environment. An introduction to the opportunities, benefits, challenges and risks*, White Paper. Built Environment Institution of Engineering and Technology
- Ferracuti, G. (1994) *Tempo, qualità, manutenzione*, Alinea, Firenze
- Fontana, C. (1991) *Recuperare, le parole e le cose*, Alinea, Firenze
- Gangemi, V. (a cura di) (1988) *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli, Milano
- Gartner Inc (2019) *Gartner survey reveals Digital Twin are entering mainstream use*, Stamford, Conn
- Grieves, M. (2006) *Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking*, McGraw-Hill, New York
- Grieves, M. (2011) *Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products through Product Lifecycle Management*, Space Coast Press
- Hamledari, H.; Azar, R., E. and McCabe, B. (2018) "IFC-Based Development of As-Built and As-Is BIMs Using Construction and Facility Inspection Data: Site-to-BIM Data Transfer Automation" in *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.32, n.2
- Hassanien, A.E.; Darwish, A. and Snasel, V. (2022) *Digital Twins for Digital Transformation: Innovation in Industry*, Springer Nature
- ICLEI (2019) *Development Resilient cities, thriving cities: The evolution of urban resilience*, ICLEI World Secretariat
- Kassem, M.; Vukovic, V.; Dawood N. and Patacas, J. (2015) "BIM for Facilities Management: evaluating BIM standards in asset register creation and service life planning" in *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, Vol.20

- Lauria, M. e La Face, G. (2020) “Indicatori di resilienza per territori fragili: strategie e approcci innovativi per i centri minori della Città Metropolitana di Reggio Calabria” in Oteri, A.M.; Scamardi, G. (a cura di) *Un paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento*, ArchHistor Extra n.7 Supplemento di ArchHistoR 13/2020
- Lean Construction Institute (2014) *Lean Construction - Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency*, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction
- Leng, J.; Wang, D.; Shen, W.; Li, X.; Liu, Q. and Chen, X. (2021) “Digital Twins-based smart manufacturing system design in Industry 4.0: A review” in *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 60, Elsevier
- Lu, Q.; Xie, X.; Parlikad, A.K. and Schooling, J.M. (2020) “Digital Twin-enabled anomaly detection for built asset monitoring in operation and maintenance” in *Automation in Construction*, 118
- Lucarelli, M.T. (2018) “Nota” in *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.15, Firenze University Press, Firenze
- Molinari, C. (1989) *Manutenzione in Edilizia*, Franco Angeli, Milano
- Molinari, C. (1994) “La manutenzione in edilizia”, in AA.VV. *Manuale di progettazione edilizia*, Vol. III, Hoepli, Milano
- Molinari, C. (1998) “Introduzione” in Talamo, C. *La manutenzione in edilizia. Le coordinate di una nuova professione*, Maggioli Editore
- Molinari, C. (2000) “Manutenzione programmata. Vent’anni dopo”, in *Modulo* n.267, BE-MA, Milano
- Molinari, C. (2002) *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*, Vol.1 *La manutenzione come requisito di progetto*, Esselibri-Simone, Napoli
- Moneo, R. (1999) *La solitudine degli edifici e altri scritti*, Umberto Allemandi & C. editore, Torino
- Motamedi, A.; Hammad, A. and Asen, Y. (2014) “Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management” in *Automation in Construction*, 43
- Nardi, G. (1990) *Le nuove radici antiche*, Franco Angeli, Milano
- Nesi, A. (2000) “Valutazione dell’affidabilità e nuova domanda di conservazione e riqualificazione edilizia” in Morabito G. e Nesi A. (a cura di) *Valutare l’affidabilità in edilizia. Sistemi e casi di studio*, Gangemi, Roma
- Norberg-Schulz, C. (1979) *Genius Loci*, Electa, Milano
- Parida, A. (2006) “Maintenance Performance Measurement system: Application of ICT and e-Maintenance Concepts” in *International Journal of Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management*, Vol.9, n.4

- Pärn, E.A.; Edwards, D.J. and Sing, M.C.P. (2017) "The building information modelling trajectory in facilities management: A review" in *Automation in Construction*, n.75
- Pasini, D.; Ventura, S.M.; Rinaldi, S.; Bellagente, P.; Flammini, A. and Ciribini A.L.C. (2016) "Exploiting Internet of Things and building information modeling framework for management of cognitive buildings" in *IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*
- Perotto, P.P. (1993) *Il paradosso dell'economia. Manuale di rivoluzione culturale*, Franco Angeli, Milano
- Piano, R. (1980) *Antico è bello: il recupero della città*, Laterza, Bari
- Pinto, M.R. e Talamo, C. (2016) "Recupero e manutenzione" in Lucarelli, M.T.; Mussinelli E.; Trombetta C. (a cura di) *Cluster in progress. La tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore
- Qi, Q.; Tao, F.; Hu, T.; Anwer, N.; Liu, A., Wei, Y.; Wang, L. and Nee, A.Y.C. (2019) "Enabling technologies and tools for Digital Twin" in *Journal of Manufacturing Systems*, n.58
- Research and Market (2022) *Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis. Report By End-use (Manufacturing, Agriculture), By Solution (Component, Process, System), By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030*
- Roth, J. (1976) *Die weissen Stadte*, Verlag Allert De Lange, Amsterdam. Edizione italiana a cura di Rondolino, F. (1987) *Le città bianche*, Adelphi, Milano
- Sacks, R.; Brilakis, I.; Pikas, E.; Xie, H.S. and Girolami, M. (2020) "Construction with Digital Twin information systems" in *Data-centric engineering*, n.1
- Sacks, R.; Eastman, C.; Lee, G. And Teicholz, P. (2018) *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, John Wiley & Sons
- Schiaffonati, F. (2016) *Paesaggio italiano. Viaggio nel paese che dimentica*, Lupetti, Milano
- Schwab, K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution*, Portfolio Penguin, UK
- Scruton, R. (2013) *Green Philosophy: How to think seriously about the planet*, Atlantic Books Ltd., London
- Settis, S. (2017) *Architettura e democrazia*, Einaudi, Milano
- Silva, B.N.; Khan, M. and Han, K. (2018) "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities" in *Sustainable Cities and Society*, Vol.38
- Stark, R.; Fresemann, C. and Lindow, K. (2019) "Development and operation of Digital Twins for technical systems and services" in *CIRP Annals*, 68
- Talamo, C. (1998) *La manutenzione in edilizia. Le coordinate di una nuova professione*, Maggioli Editore
- Terranova, A. (1998) "Demolizione e ricostruzione" in *Costruire in Laterizio* n.65

- UNFCCC (2012) *Slow Onset Events*, Technical report; New York
- Volk, R., Stengel, J. and Schultmann, F. (2014) "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs" in *Automation in Construction*, Vol.38
- Wang, Q.; Guo, J. and Kim, M.K. (2019) "An Application Oriented Scan-to-BIM Framework" in *Remote Sensing*, 11
- World Economic Forum (2018) *Infrastructure and Urban Development - Industry Vision 2050*
- Zhao, Y.; Wang, N.; Liu, Z. and Mu, E. (2022) "Construction Theory for a Building Intelligent Operation and Maintenance System Based on Digital Twins and Machine Learning" in *Buildings*, Vol. 12

4. OPPORTUNITÀ, SFIDE

4.1 Kintsugi Thinking. Apparato Ontologico

Kintsugi Thinking è sintesi dialettica, provocatoria e al tempo stesso reazionaria, che esprime l'esigenza e l'urgenza di riflettere sugli habitat e sull'abitare contemporaneo, sull'agire dell'uomo, sullo spazio, sul costruire, sulle eredità ecologiche e sull'attuale svolta digitale, sul ruolo che in queste dinamiche svolgono l'informazione, la conoscenza, la responsabilità.

È chiave di lettura dei processi di trasformazione e di transizione in atto. Processi che appaiono prodromi di un nuovo cambio di paradigma.

Ne abbiamo visto diversi avviarsi, evolversi, esaurirsi e, dunque, succedersi gli uni con gli altri - dal Paradigma della crescita infinita al Paradigma Ecologico, all'attuale Ecologico e Digitale - alimentati e sostenuti da rivoluzioni di pensiero, sociali ma anche tecnologiche, tecniche, economiche. Di questi ne abbiamo ripercorso, nell'economia del presente lavoro, le trame evolutive cercando di individuarne e comprenderne le traiettorie, talvolta autonome, più spesso sovrapposte e integrate tra loro. Declinate attraverso la lettura delle relazioni tra uomo e ambiente, dei reciproci rapporti di azione-trasformazione-reazione e ricondotte di volta in volta nell'ambito specifico delle questioni attinenti al settore delle costruzioni, da dette traiettorie ne è emersa chiara ed esplicita la necessità di un differente agire proattivo.

Kintsugi Thinking vuole essere espressione tangibile di tale tensione.

Esprime, similmente all'omologa antica arte giapponese, la capacità, associata in questo caso, e per estensione, all'ambiente naturale e a quello costruito, di affrontare crisi, cambiamenti, mutazioni.

Traendo da queste sfide nuove possibili opportunità.

È metafora di resilienza. Non più adattativa e statica, espressione della capacità di un insediamento urbano di continuare a esistere, assimilando il cambiamento e tenendo in forte considerazione la reattività spontanea della comunità (Holling, 2001; Walker et alii 2004).

È resilienza “trasformativa”. Un’accezione che ne esprime la duplice capacità di incorporare e governare il cambiamento, traguardando innovate compatibilità ambientali. (Manca, et alii, 2017)

Una capacità-requisito, quella della resilienza trasformativa, che si richiede oggi al paesaggio, alle città e ai suoi edifici, in ragione del fatto che nel corso del proprio ciclo di vita, questi sono sottoposti a pressioni derivanti da uso, trasformazione e consumo; da invecchiamento, degrado e obsolescenza. Ma anche, e purtroppo sempre più spesso, da eventi eccezionali dovuti ai cambiamenti climatici o, in generale, alle azioni/reazioni della natura, che ne disvelano fragilità intrinseche e ne determinano punti di frattura. A detta accezione di resilienza si affiancano, quali caratteri parimenti ispiratori del *Kintsugi Thinking*, elementi e valori altri, noti, ma che si riaffermano con nuovo vigore. Sostenibilità. Centralità dell’uomo.

Principi riconosciuti come fondativi e ineluttabili anche dal rapporto “Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry” (EU, 2021a), che delinea proprio attraverso i tre termini richiamati - sostenibilità, resilienza, centralità dell’uomo - le principali sfide assunte a livello europeo e l’ambivalente necessità di fissarli come obiettivi orientando la trasformazione già in atto, ecologica e digitale.

Kintsugi Thinking, in tale prospettiva, ha l’ambizione di suggerire ai diversi attori coinvolti l’invito, semplice, a riflettere sull’opportunità di cambiare modalità e approcci attraverso cui conoscere, interpretare ed agire “sul”, e, soprattutto, “per” l’ambiente antropico e naturale, con l’idea, in ultima istanza, di prendersene cura.

Assume e fa propri gli approcci del “pensiero laterale”, ovvero l’osservazione del problema da angolazioni diverse, spesso non convenzionali, che consentono di esplorare e approfondire elementi, idee, intuizioni, spunti, fuori dal consueto dominio di conoscenza e dalla rigida catena logica. (De Bono, 1970)

È ribaltamento del principio *tertium non datur* che dalla “sorpresa” di una diversa prospettiva, fa derivare l’opportunità di ri-orientare i termini della sfida attuale e immaginare una soluzione, terza, alternativa, originale, non data. (Watzlawick, 1986)

È accoglimento della sfida di costruire un nuovo equilibrio tra ecosistemi viventi e pianeta, tra ambiente antropico e naturale.

Si fa espressione di una ri-innovata responsabilità verso quella risorsa universale, “il pianeta e gli esseri che lo popolano”, che Elinor Ostrom, premio Nobel per l'economia nel 2009, e Charlotte Hess definiscono “bene comune” e di cui il patrimonio costruito ne è certamente parte singolare. (Ostrom and Hess, 2006)

Riconoscendolo fine e non mezzo, *Kintsugi Thinking* impone la necessità e l'urgenza di averne cura. Una posizione che, nel mantenere la riflessione all'interno del perimetro ampio ma definito - *hortus conclusus* - del settore delle costruzioni, invita l'*homo faber* a scoprirsi in una dimensione altra, non più solo metafisica materialista, ma ontologica, che coinvolge oramai imprescindibilmente l'essere e, insieme, l'agire dell'uomo. Si fa latore, in tal senso, di nuove opportunità connesse alla comunicazione, allo scambio informativo che, proprio nella contemporaneità - nell'Era digitale e della connessione sempre e dovunque, tra persone e persone, tra macchine e macchine, tra persone e macchine - appare tuttavia ancora molto fragile. Un agire che si affanna nel ricercare una propria dimensione e una propria morfologia all'interno di un processo di reontologizzazione più generale.

Un *agere* e *intelligere* contemporaneo.

Un passaggio che porta l'*homo faber* a riconoscersi *homo digitalis*.

Suggerisce, il *Kintsugi Thinking*, le metriche, il passo, per accompagnare un utilizzo più pervasivo di approcci teorici, così come di metodi e strumenti applicativi, in grado di istruire le azioni di conservazione e di trasformazione del costruito. Processi entropici di per sé inevitabili che, associati al concetto di manutenzione, e al più generale principio dell'aver cura, trovano efficace sintesi nelle parole di Maurizio Cattaneo, secondo il quale il “mantenere” è da porre in alternativa al “costruire”, il “conservare” in alternativa al “consumare”. (Cattaneo, 2012)

Induce a riflettere sul ruolo di ognuno, sulla necessità/opportunità che tutti facciano la propria parte, come suggerito da Roger Scruton, ovvero che maturi, concreta e profonda, la coscienza di un agire necessario e non più procrastinabile. «Il nostro imperativo è dunque scoprire un percorso di cure - ma senza la pretesa, peraltro, di guarire in fretta. In questo senso, non sarebbe impossibile progredire, ma si tratterebbe di un progresso alla rovescia. Si deve infatti ripensare l'idea di progresso, retrogredire, scoprire un altro modo di sentire lo scorrere del tempo.

Invece di parlare di speranza, bisognerebbe esplorare un modo sufficientemente sottile di di-sperare; il che non significa “disperarsi”, ma piuttosto non confidare nella sola speranza come modo di interagire col tempo che passa». (Latour, 2020)

Esortazioni che sono espressione di un’etica della responsabilità ampia e proattiva. Considerata sia in termini di “intertemporalità generazionale unidirezionale” (Jonas, 1979), sia come sodalizio tra le generazioni presenti, passate e future. (Scruton, 2013)

Si riconosce anche, in termini attuativi, negli approcci e negli indirizzi che guidano la politica europea in tema di intervento e attenzione tanto all’ambiente che al patrimonio edilizio esistente: nei contenuti di Agenda 2030, nelle specificità di alcuni dei suoi Sustainable Development Goals (SDGs) - clima (13SDGs), città (11SDGs), energia (7SDGs) - negli indirizzi operativi della Renovation Wave Strategy (EU-COM, 2020c) alimentata dalle ulteriori indicazioni attuative che la revisione in corso della Energy Performance Building Direttive proporrà. (EU-COM, 2021c)

Kintsugi Thinking è, in definitiva, counseling (consulenza, consiglio) - volendo riprendere un termine proprio della pragmatica della comunicazione - che, nel proporsi, come già detto, chiave di lettura, configura un proprio apparato ontologico fondativo.

Una struttura semplice, articolata attraverso due livelli gerarchici.

Quattro ontologie fondative. La dimensione dell’aver cura, la dimensione ecologica, la dimensione digitale, la dimensione informazionale.

Sette attributi ontologici. Human centred; Responsible and Accountable; Affordable; Safe and Secure; Smart, cognitive and Connected; Responsive and Performance-based; Long term.

Tale apparato, alimentandosi delle consapevolezze e delle prospettive delineate nei capitoli precedenti, suggerisce percorsi di riflessione.

Un elemento di raccordo tra visione e azione, tra fine e operatività, che propone e riguarda obiettivi di lettura e, insieme, di analisi e comprensione dei caratteri materiali e immateriali che configurano e caratterizzano tanto le azioni di trasformazione antropica quanto i relativi effetti, impatti o benefici, che si registrano alle diverse scale.

Dal punto di vista lessicale il significato di ontologia assunto è quello di meaning negotiation. Ovvero la condivisione di concetti rispetto ai quali si individuano termini e relazioni che ne esplicitano e definiscono il relativo sistema ontologico, facilitando l’armonizzazione e la comunicazione dei relativi contenuti.

Non semplice assunzione terminologica, ma premessa sostanziale che con riferimento al processo di definizione ontologica, richiama il pensiero del filosofo del linguaggio John R. Searle secondo il quale «costruire un'ontologia sociale o politica significa descrivere la natura, le proprietà e il ruolo, di entità, alle quali non si riconosce un'esistenza, né un'identità fisica; esistono solo in base a convenzioni intenzionali, storiche e sociali. Ruolo dell'ontologia è descrivere tali tipi di entità esplicitando le assunzioni di significato in termini di (meta) proprietà minime universalmente condivise». (Searle, 2003)

Coerentemente con quanto fin qui espresso ognuna delle quattro ontologie fondative individua specifici ambiti di azione e riflessione che sostanziano e alimentano le scelte tecniche, tecnologiche, economiche e sociali che dovrebbero presiedere le azioni di trasformazione antropiche. Si riconoscono in attributi, taluni peculiari, altri comuni e trasversali che ne declinano e descrivono i rispettivi caratteri poetici.

La dimensione dell'aver cura. Il termine "cura" etimologicamente ha radici antiche. Nelle *Fabulae* del poeta romano Hyginus, (II secolo d.C.) *Cura* o *Aera Cura* è una figura mitologica, la dea che creò il primo essere umano. Al suo nome è attribuito un doppio significato "Cura" e "Preoccupazione" da cui discende l'ambiguità e il dualismo ad essa associato attraverso i secoli.

È «la cura», secondo Rollo Reece May, fondatore della psicologia esistenzialista, «il fenomeno costitutivo fondamentale dell'esistenza umana». (May, 1967) Una posizione che richiama il contesto socio-culturale di quegli anni, ricco di riflessioni e dibattiti in tema di responsabilità nei confronti del pianeta e verso tutti gli esseri che lo popolano.

Una responsabilità che si riconosce, secondo Hans Jonas, proprio nella «cura per un altro essere quando venga riconosciuta come dovere, diventando apprensione nel caso in cui venga minacciata la vulnerabilità di quell'essere». (Jonas, 1979)

Ancor prima, anche il filosofo Martin Heidegger, nell'attribuire al termine "cura" il medesimo originario doppio significato, di ansia e sollecitazione, lo utilizzava a un livello astratto e ontologico per descrivere la struttura di base del sé umano. L'essere nel mondo, per il filosofo, è, infatti, non la materia o lo spirito, ma la cura. (Heidegger, 1927)

Parimenti senza preoccupazione o cura, secondo il filosofo George J. Stack, l'azione stessa non avrebbe ragione d'essere, né sarebbe possibile. La preoccupazione è l'impulso all'azione per l'individuo che agisce con uno scopo. (Stack, 1969)

Pur profondamente radicata nei secoli e negli ambiti più diversi, tuttavia, l'idea stessa di cura, è sempre stata contro-culturale, mai di moda, minoritaria sia quale espressione del pensiero che nelle pratiche tecniche. (Reich, 1995)

Affermazione vera anche quando riferita al settore delle costruzioni e, in particolare, alla manutenzione dell'ambiente costruito. Trasferita ad un livello operativo esprime il duplice senso di cura come preoccupazione e cura come sollecitazione/attenzione. Alimentata nel passato dalla cultura dell'*homo faber* e dalla istintiva applicazione di principi economici ed ecologici *ante litteram*, oggi dovrebbe riscoprirsi human e environmental centred, ovvero in grado di considerare insieme impatti sociali, economici e ambientali, misure e strategie di intervento sul costruito, che rimettano al centro, in termini paritetici, uomo e ambiente.

Indifferentemente dalla scala o dalla tipologia di intervento, la sfida è coniugare, nel ciclo di vita del costruito, il bisogno di efficienza, con la necessità - resa urgenza improcrastinabile anche dalla crisi pandemica - di creare habitat safe and secure. Un'idea dell'aver cura non più disgiunta da una visione sistemica, olistica, entropica.

La dimensione ecologica. Il termine Ecologia, si è detto, rimanda al discorso (*logos*) sulla casa (*oikos*) che, per analogia, è il nostro pianeta, l'abitazione comune di piante, animali e uomini. Facendo proprie le teorie che hanno ispirato la formulazione del Nuovo Paradigma Ecologico di Catton and Dunlap, la dimensione ecologica pone al centro del proprio interesse la posizione dell'uomo rispetto alle sue relazioni con i propri simili e con gli ecosistemi. Esprime l'urgenza di adottare approcci responsabili non più procrastinabili.

Responsabilità, in primo luogo, nei confronti di tutte quelle trasformazioni, talvolta irreversibili o caratterizzate da significativi impatti, che sono inequivocabilmente riconducibili, almeno per una loro importante quota parte, proprio al settore delle costruzioni. Energivoro ed emissivo nelle sue diverse attività produttive, finanche nei suoi prodotti finali dei quali il patrimonio costruito ne è sintesi.

Responsabilità, altresì, nei confronti del governo dei processi di integrazione delle priorità ambientali e sociali nel dominio dell'innovazione tecnologica da tradursi, in ultima istanza, nel controllo dei potenziali effetti derivanti dal rapporto tra tecnologie abilitanti e ambiente. Questione ampiamente recepita, come si è già detto, dal report "Industria 5.0" e anticipata da diversi documenti preparatori che individuavano quadri tecnologici in grado di accogliere e integrare, in combinazione tra loro, priorità am-

bientali e sociali: Interazione uomo-macchina human-centric; Tecnologie bio-ispirate e materiali intelligenti; Digital Twin e simulazione; Tecnologie per la trasmissione, l'archiviazione e l'analisi dei dati; Intelligenza artificiale; Tecnologie per l'efficienza energetica, le energie rinnovabili, lo stoccaggio e l'autonomia.

La dimensione ecologica nell'evidenziare la necessità di affrontare la sfida del cambiamento climatico attiva relazioni dinamiche con altrettante sfide, quella delle trasformazioni sociali ed economiche, tecnologiche e culturali. Il settore delle costruzioni, dal canto suo, dovrà affiancare a queste sfide, quale contraltare, altrettante dinamiche e cambiamenti sistemici. Le questioni pratiche e operative della decarbonizzazione del costruito; la sua riprogettazione in chiave sostenibile alle diverse scale e nei diversi ambiti - città, mobilità, costruito, verde, spazi aperti; l'assunzione di approcci Biofilici (Kellert and Heerwagen, 2008); l'introduzione di approcci adattivi (Benyus, 1997); l'utilizzo pervasivo di Nature Based Solutions (Cohen-Shacham et alii, 2016), sono solo alcune tra le opzioni possibili.

In questi termini sembra rimettersi alla dimensione ecologica il compito di sostituire all'idea di "crisi", diffusamente evocata, la cosciente consapevolezza della necessità, espressa da Bruno Latour, di una "profonda mutazione" nel nostro rapporto con il mondo. (Latour, 2020)

La dimensione digitale. Elemento chiave del mondo digitale, come affermato da Brian Solis, è il termine "anticipazione" che ne esprime i ritmi incessanti di innovazione. È, similmente, parafrasando Heidegger, sollecitudine nel "saltare avanti" all'altro, anticipandone le potenzialità, non per toglierli la possibilità di "cura", ma per restituirla. Accezioni che, mutate da ambiti antropologici e filosofici, sembrano descrivere efficacemente l'attuale rapporto in dinamica evoluzione tra uomo e digitale. Entità che dovremmo imparare a non considerare antagoniste, ma sistema interattivo che opera in un rapporto di mutua collaborazione, così come teorizzato dalle discipline della cibernetica. (Wiener, 1948)

Il digitale si configura infatti come elemento capace di aprire ad una nuova interpretazione delle modalità cognitive che prendono forma e struttura dalle interazioni tra il mondo fisico, la mente, il corpo e i dispositivi di Intelligenza Artificiale.

Globale, integrato, interconnesso, informazionale, l'uomo opera più o meno consapevolmente, all'interno di un universo dove convivono digitale e analogico.

Un ecosistema dove reticoli di elementi umani e tecnologici interagiscono. In tale contesto la tecnologia, l'innovazione tecnologica in generale, non è deterministica, ma negoziata socialmente dai principali attori sociali ai vari livelli. (Kelly, 2010)

Esprime la capacità di accompagnare il passaggio dall'industria digitale alla società digitale e dell'informazione, in uno scenario di auspicabile transizione giusta anche con riferimento alle relative ricadute sulle questioni ambientali. (UNFCCC, 2018)

La dimensione digitale riconosce alle tecnologie l'essere "abilitanti" della funzione fondamentale, sia pure non risolutiva, di creare le condizioni per perseguire e rendere realizzabile uno sviluppo sostenibile che, in un'ottica di "circularità" riassume il rapporto a matrice negativa crescita economica e consumo di risorse, mostrandone nuove opportunità. Si configurano, tali tecnologie, come game changers, capaci di simulare, e non più solo di rappresentare, prestazioni formali, funzionali, tecnologiche e ambientali; di mitigare i rischi di tipo tecnico, economico, procedurale, di modificare, in ultima analisi, il modo di pensare e dar forma al costruito.

La transizione digitale accompagnata indissolubilmente da quella ecologica, introduce di fatto un punto di svolta, un diverso modo di considerare la realtà: non più rappresentata dagli oggetti, ma dalle relazioni fra gli oggetti e i processi che si attivano. Il che pone il ragionamento su un piano che travalica le questioni semplicemente operative e strumentali per approdare ad un pensiero che, ancora una volta coinvolge l'essere e, insieme, l'agire dell'uomo.

La dimensione informazionale. L'attuale dinamico configurarsi di un nuovo carattere informazionale, già in parte declinato nell'ambito dell'Economia della conoscenza, si conferma quale immanente "risorsa strategica" anche all'interno di un processo ermeneutico di conoscenza-innovazione-conoscenza da cui sembrano poter discendere approcci responsabili e informati di trasformazione dell'ambiente costruito. Un attributo che, inizialmente riconducibile contemporaneamente al dominio "ecologico" così come a quello "digitale", sembra, viceversa, aver acquisito vita propria, configurando una dimensione nuova e originale, sebbene mai isolata, ma sempre interagente con le altre.

Un *agere e intelliger*e nuovo, di cui si è detto, rispetto al quale, la consapevolezza che l'uomo ha di sé stesso e della sua capacità di prendere decisioni e agire, discende, come per la pragmatica, della comunicazione, dalla consapevolezza/conoscenza profonda delle relazioni in cui si trova implicato.

Centrale è lo scambio di informazioni che avviene nell'ambito delle suddette relazioni e dei relativi feedback. (Watzlawick et al, 1967)

Ciò vale per analogia, non solo con riferimento alle relazioni, evidenti, che si instaurano tra uomo e uomo, ma anche, tra uomo, esseri viventi, habitat e costrutti digitali. Quel che si sta modificando è, l'idea della natura ultima della realtà, che, abbandonata la metafisica newtoniana incentrata sugli oggetti e sui processi fisici, si ricostruisce considerando anche, più probabilmente prendendola a fondamento, la dimensione informazionale. Espressione, quest'ultima, di un'Era, l'attuale, in cui l'uomo vive, pensa, agisce in una nuova dimensione spazio-temporale, l'infosfera. Una dimensione nella quale il progresso e il benessere umano dipendono, anche e proprio, dalla gestione efficiente del ciclo di vita delle informazioni, che, a sua volta, configura una nuova condizione narrativa degli eventi, l'iperstoria. (Floridi, 2009; 2022)

Il digitale, di questa nuova dimensione ne esprime al tempo stesso alcune criticità, dai problemi di "incertezza" relativi alla qualità della conoscenza, ai pericoli derivanti da infodemia ed entropia informativa. Ne evidenzia le opportunità riferite alla libertà di accesso e uso, ma anche, di contro, i potenziali rischi di segregazione, sfruttamento e oppressione senza precedenti. Ne rende altresì possibili evoluzioni inimmaginabili.

La sfida, per il settore delle costruzioni, diventa allora quella di riscrivere i propri statuti e immaginare nuovi strumenti considerando, contemporaneamente i potenziali rischi derivati da una non corretta gestione dei dati e le opportunità date dalla risorsa cognitiva quale fattore in grado di attivare processi di governo della complessità, capacità di contestualizzare e far transitare verso uno stato conoscitivo superiore le informazioni disponibili con l'obiettivo di massimizzarne l'uso ai fini dell'ottimizzazione dei processi.

4.2 Attributi, relazioni

Human centred; Responsible and Accountable; Affordable; Safe and Secure; Smart, cognitive and Connected; Responsive and Performance-based; Long term, sono gli attributi, (meta)proprietà, che, nel relazionarsi in dinamico divenire gli uni agli altri, delineano ed esplicitano i caratteri intrinseci delle quattro ontologie fondative del *Kintsugi Thinking*, configurandone il secondo livello definitorio.

Non presuppongono una gerarchia o un ordine, sono vicendevolmente aggregabili secondo sequenze e connessioni logiche riferite indifferentemente all'una o all'altra "ontologia", prese singolarmente o associate tra loro. Trasversali, peculiari taluni, generali altri, accettati e accettabili, condivisi e condivisibili, interrelati e interagenti, non hanno la pretesa di essere esaustivi, né tantomeno onnicomprensivi.

Sono interlocutori. Derivano, in prima istanza, dai nove pillars definiti dalla Infrastructure and Urban Development Industry Vision 2050 elaborata dal World Economic Forum, per avviare un concreto ripensamento del rapporto tra costruzioni, infrastrutture e ambiente. (WEF, 2018)

Si alimentano, altresì, degli indirizzi più generali introdotti dalle "sei trasformazioni esemplari" necessarie per raggiungere i Sustainable Development Goals di Agenda 2030, secondo il primo rapporto della The World in 2050 Initiative. (TWI2050, 2018)

Opportunamente declinati attraverso un processo di revisione terminologica e, in parte, di specificazione, rispetto ai contenuti di quei pillars e di quelle "trasformazioni esemplari" da cui discendono, detti attributi ne assumono le priorità di costruire habitat e comunità future inclusive e sostenibili, capaci di contribuire al soddisfacimento dei bisogni umani di base, in un'ottica di transizione verso approcci resilienti.

Al tempo stesso introducono, nell'ambito del dibattito che il volume affronta, visioni proprie che si riconoscono nei caratteri inter e transdisciplinari che dovrebbero governare le strategie di manutenzione dell'ambiente costruito nell'Era ecologica e digitale. Sia che le si riferisca alla scala del paesaggio e del territorio, che a quella della città, dello spazio pubblico e dell'edificio.

Di taluni, se ne riconosce l'originaria matrice interna al contesto delle discipline tecnologiche, di altri, riprendendo l'espressione di Joi Ito e Jeff Howe, se ne intuisce la portata "disruptive" e innovativa. Le singole descrizioni che seguono ne esprimono i caratteri essenziali, rimandano al rapporto che tali attributi attivano con il *Kintsugi Thinking*, esplicitandone, in definitiva, l'esoscheletro semantico.

Human centred. È obiettivo chiave, trasversale, assunto in azioni programmatiche relative ad ambiti anche eterogenei tra loro. Dalla definizione di approcci "basic needs" (Louis and Ghai, 1976; Streeten, 1981) alla loro assunzione in Agenda 2030; dal Regolamento sulla protezione dei dati (EU-GDP, 2016) al Libro bianco sull'intelligenza artificiale (EU-COM, 2020a), fino all'Agenda Europea per le competenze. (EU, 2020a)

Trasferito e declinato nell'ambito dei processi ideativi, quali quelli che di norma presiedono le trasformazioni dell'ambiente costruito, introduce i termini di un rapporto inedito, tutto da costruire, tra uomo e tecnologie.

La ISO 9241-210 del 2019, *Human-centred design for interactive systems*, lo assume nel definire un approccio il cui obiettivo è progettare sistemi interattivi, utilizzabili e utili, a partire dalle richieste degli utenti e dai loro bisogni.

Senza pregiudicare i diritti fondamentali dell'uomo - privacy, autonomia, dignità - e non ultimo, il diritto, unanimemente riconosciuto, di vivere in un habitat dove siano garantite, oggi e in futuro, le migliori condizioni per l'abitare contemporaneo in chiave sostenibile.

Una prospettiva che si inverte, anche grazie alla disponibilità e al portato delle tecnologie digitali chiamate ad abilitare, tanto rinnovate strategie programmatiche di riqualificazione e gestione del ciclo di vita del patrimonio esistente, quanto valutazioni di impatto sociale e politiche di coesione che di tale patrimonio possono determinarne, prendendosene cura, i comportamenti ambientali.

Responsible e Accountable. Sono termini ricompresi nel significato di responsabilità applicato da Hans Jonas ai temi dell'ecologia e della bioetica. Si riconoscono nell'imperativo «agisci in modo tale che gli effetti della tua azione siano compatibili con la continuazione di una vita autenticamente umana». (Jonas, 1979)

Responsible si riconosce nel dominio che attiene al rapporto tra "etica e individuo".

Diviene accountability se riferito al rapporto tra "etica e governance".

Concetti entrambi facilmente trasferibili per similitudine alle trasformazioni antropiche che, nell'accogliere come proprio il duplice significato di Responsible e Accountable, si alimentano di un agire collaborativo, co-creativo, rendicontato attraverso la "misura" e il calcolo dei risultati - benefici e impatti - delle azioni attuate.

Responsible e Accountable divengono in tal modo attributi specifici di approcci resilienti "trasformativi" riferiti ad azioni rivolte alla salvaguardia degli ecosistemi ambientali e sociali.

Una visione che nel richiamare l'assunzione di adeguate pratiche contabili, in termini di uso di risorse, rifiuti prodotti, bilanci ambientali, accoglie parimenti come centrali le finalità e operatività proprie dell'approccio manutentivo, che di queste pratiche si alimenta.

Affordable. È sinonimo di conveniente, accessibile, economico, sostenibile, affidabile. Il termine è assunto e richiamato nei documenti programmatici europei in relazione ad aspetti di innovazione tecnologica, di economia, efficienza energetica, accesso ai processi di innovazione, inclusione, miglioramento e giustizia sociale.

Esprime un approccio che promuove sinergie alle diverse scale e nei diversi ambiti connessi alle trasformazioni antropiche e ai processi sociali. Ne esplicita il portato operativo, in linea con le politiche di coesione sociale. Tra queste la Affordable housing initiative declinata all'interno degli strumenti attuativi verso cui indirizza la più generale Renovation Wave Strategy.

In tal senso promuove azioni innovative, di ristrutturazione e/o costruzione di quartieri di edilizia sociale che pongono come prioritarie applicazioni incentrate sulle valutazioni del costo del ciclo di vita, l'accessibilità economica degli alloggi, nonché i loro impatti sul versante delle emissioni di carbonio. Azioni tutte rivolte a superare potenziali effetti perversi, come l'effetto di gentrificazione, la ghettizzazione, la povertà energetica; con evidenti richiami alla qualità delle azioni di manutenzione dell'ambiente costruito, integrando caratteri di innovazione tecnologica a caratteri di innovazione sociale.

Safe and Secure. Nel significato più generale è assunto come principio che, al diritto degli Stati a proteggersi, antepone il primato della sicurezza delle persone.

Considera, rispetto alla sicurezza ecologica e ambientale, l'integrità degli ecosistemi e della biosfera, nonché la loro capacità di consentire una molteplicità di forme di vita, ivi compresa quella umana, facendo fronte ai danni e agli impatti causati dalle azioni dell'uomo. (UN, 2010)

Nondimeno il termine sicurezza, fa riferimento a due distinte definizioni, entrate nell'uso comune e normate.

Safety, condizione di protezione da danni o altri pericoli.

Security, protezione da atti intenzionali causati da altri.

Entrambi i significati sono assunti dal settore delle costruzioni nel principio di resilienza, che li incorpora quali requisiti fondamentali per soddisfare bisogni umani primari e, in generale, per orientare approcci flessibili e adattabili a eventi di crisi e cambiamenti. In questo senso assumono declinazioni specifiche termini quali rischio, vulnerabilità, prevenzione.

Questi definiscono modalità sulla scorta delle quali la tecnologia e l'ergonomia dialogano con la necessità di una prospettiva di sviluppo compatibile e di miglioramento degli spazi.

Le tecnologie abilitanti divengono gli strumenti operativi di gestione del costruito sul quale, peraltro, la recente pandemia ha lasciato, accanto a quelle note, ulteriori nuove e pressanti esigenze di sicurezza legate alla fase di uso.

Smart, cognitive and Connected. Il concetto di “smart” proietta verso una Collaborative Industry e una Super Smart Society caratterizzate entrambe dalla cooperazione intelligente tra macchine ed esseri umani.

Una evoluzione che coinvolge con sempre maggiore pervasività la cultura dell'abitare mediante l'adozione e l'integrazione di tecnologie digitali negli ambienti di vita, di lavoro e di cura. In grado di massimizzare il benessere fisico e psicologico dell'utente, mutando in funzione delle esigenze momentanee.

In tal senso il digitale rappresenta uno strumento capace di aprire ad una nuova interpretazione delle stesse modalità cognitive che prendono forma e struttura dalle interazioni dinamiche tra il mondo fisico, la mente, il corpo e i dispositivi di intelligenza artificiale.

Un'innovazione dei processi che consentirà, grazie alle aumentate capacità di connessione, di realizzare modelli cosiddetti hub & spoke, destinati a impattare sulla configurazione spaziale, su quella funzionale e tecnologica, nonché su principi e approcci di gestione dell'abitazione, dell'edificio, degli spazi aperti, della città.

Un processo avviato di cui se ne fa esplicitamente interprete la progressiva trasformazione degli Smart Buildings in Cognitive Buildings, nodi di Smart Grid e Smart Cities, in grado di comunicare e scambiare informazioni con gli altri edifici, con i sistemi di mobilità, con gli utenti. In grado di utilizzare tali attributi per impostare processi di governo sostenibile del costruito.

Responsive and Performance-based. Lo spazio dell'abitare da un punto di vista progettuale e costruttivo si espande in modo organico e interagente crescendo e/o modificandosi in funzione dei flussi e dei comportamenti degli utenti che lo abitano e che se ne prendono cura. È responsive laddove facilita l'adattamento fisiologico grazie alla capacità di modificarsi per soddisfare nuovi requisiti.

Le tecnologie digitali si configurano come mezzo per generare un impatto positivo sugli utenti, integrandosi in modo fluido allo spazio, garantendo facilità d'uso ed efficacia di gestione, lavorando in modo olistico e trasversale.

Sembrano realizzarsi le immagini visionarie degli Archigram o di Cedric Price, edifici-macchine capaci di rispondere ai cambiamenti attraverso l'interazione dei diversi componenti modulari, realizzati off-site, montabili, smontabili, aggregabili, interagenti e responsive.

Ma lo spazio dell'abitare deve anche essere Performance-based laddove gli edifici, e i relativi processi che ne presiedono la progettazione, la realizzazione e la gestione, sono pensati e basati sull'idea di massimizzarne la qualità e il livello delle prestazioni. Non solo, tuttavia, quelle riferite alla produttività legata ai ritorni economici degli investimenti, ma anche quelle che considerano in termini paritetici le prestazioni ambientali e i relativi impatti sugli habitat.

Long term. Un efficace processo decisionale riferito ad obiettivi di sostenibilità richiede l'adozione di approcci basati sul ciclo di vita.

Locuzione, quest'ultima, che, come è noto, esprime la traduzione italiana dell'internazionale ed affermato concetto di Service Life.

Per il governo delle sue principali variabili l'ISO ha emanato la serie ISO 15686 Buildings and constructed assets. Service Life Planning, finalizzata alla previsione della vita utile delle costruzioni.

Evidentemente non un sinonimo di durata, il ciclo di vita utile, è piuttosto un riferimento temporale con forti connotazioni di tipo qualitativo. Non semplice espressione numerica in anni di vita, ma variabile, da predeterminare in sede di programmazione dell'intervento.

Le peculiarità di tale variabile rimandano tuttavia tanto ad una sua dimensione e qualificazione di tipo economica quanto a quella, oramai non più trascurabile, di tipo ambientale.

L'esigenza che ne deriva, di tenere sotto controllo il ciclo di vita utile delle costruzioni mediante azioni di manutenzione programmata, da un lato, e di circolarità, dall'altro, ne inquadra e ne esplicita il profondo rapporto che esiste tra costruito e ambiente, tra durata e impatti, tra opzioni conservative e trasformative, tra innovazione tecnologica e innovazione sociale.

4.3 Impatti, Strategie, Scenari

I processi di transizione in corso richiamano una mutua interazione tra criticità e urgenze, tra potenzialità e opportunità.

Eterogenee e multiscalari le questioni coinvolte.

Per queste sono necessarie precise prese di posizione culturali, ideologiche e di politica tecnica riferite all'ambiente costruito.

«La consapevolezza dei disastri ecologici è antica, viva, argomentata, documentata, provata, sin dagli albori di quella che chiamiamo l'era industriale o la civiltà meccanica. Non possiamo dire che non lo sapevamo». (Latour, 2022)

Lo sapevamo, e ancor più ne siamo consapevoli oggi.

Disponiamo infatti di studi e dati che riguardano le trasformazioni antropiche che ne quantificano gli impatti, le conseguenze e le interazioni, attuali e future, sulle dinamiche evolutive dei cambiamenti climatici; che ne propongono, altresì, politiche di contrasto, mitigazione e adattamento. (EU-COM, 2021a; IPCC, 2021; IPCC, 2022a; IPCC, 2022b)

Secondo il Report del World Green Building Council, il settore delle costruzioni è responsabile del 39% delle emissioni globali di gas climalteranti, di cui circa un terzo (pari all'11% complessivo) è attribuibile alla fase di costruzione, i restanti due terzi (pari al 28% complessivo), riguardano invece la fase di esercizio. (WGBC, 2019)

Sulla stessa linea, già nel 2016, il Report della Commissione europea "*Putting energy efficiency first: consuming better, getting cleaner*", imputava al patrimonio edilizio esistente ben il 40% dei consumi energetici europei. (EU, 2016)

Dati che hanno subito nell'ultimo decennio una crescita esponenziale, con un tasso di incremento secondo solo al settore dei trasporti.

Di rilievo il fatto che tra il 2017 e il 2018, si sia registrato un aumento del 2% del fabbisogno energetico degli edifici, con un incremento totale nel 2019 di circa 8 Exajoule, pari a +7% rispetto al 2010. (IEA, 2019)

Altrettanto significativi i dati forniti dall'UN Environment Programme, che restituisce un'istantanea sullo stato del costruito a scala globale. L'ultimo Report rileva che, nonostante un sostanziale aumento degli investimenti e una conseguente riduzione a livello globale dell'intensità energetica degli edifici, il consumo totale di energia e le emissioni di CO₂ sono aumentati nel 2021 anche rispetto ai livelli pre-pandemia. (UNEP, 2022b)

Lo stesso report documenta come la domanda di energia degli edifici sia aumentata dal 2020 di circa il 4%, fino a raggiungere i 135 Exajoule, che configurano il più alto valore degli ultimi 10 anni. Le emissioni di CO₂ derivanti dal funzionamento degli edifici hanno raggiunto il massimo storico di circa 10 GtCO₂, un aumento del 5% rispetto al 2020 e del 2% rispetto al picco precedente del 2019. (UNEP, 2022b)

Analogamente, a livello nazionale, il patrimonio edilizio esistente, per via del suo invecchiamento, si sta rapidamente trasformando in un patrimonio energivoro, i cui consumi sono caratterizzati da un aumento costante (periodo analizzato 2001-2015), strettamente connesso peraltro ad un progressivo incremento del quantitativo di sostanze climalteranti immesse in atmosfera. (ISPRA, 2017)

Tornando alla scala comunitaria, la crescita della domanda di nuove costruzioni ha determinato un evidente estensione - circa il 23% - della superficie coperta da artefatti, generando un altrettanta crescente pressione sull'ambiente. (IEA, 2019)

Un aumento significativo del consumo di suolo che l'Agenzia Europea per l'Ambiente quantifica, nel periodo 2012-2018, in oltre 3.500 Km². (EEA, 2021)

Particolarmente impattanti risultano parimenti i processi di estrazione e di trasformazione delle materie prime, con la sola industria del calcestruzzo responsabile dell'8% delle emissioni globali di CO₂. (Lehne and Preston, 2018)

Evidenti in egual misura gli impatti imputabili al settore delle costruzioni in termini di perdita della biodiversità, più del 90%, ma anche di consumo globale di acqua, stimato già nei primi anni del 2000, al 16%. (Dixit et alii, 2010)

A questi si affianca la produzione di rifiuti da costruzione e demolizione che rappresenta, in termini di peso, il flusso maggiore per l'UE. Nel solo 2016, secondo il rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, se ne sono prodotti circa 374 milioni di tonnellate. (EEA, 2019)

Problematiche, quelle fin qui descritte che, a scala globale e locale, appaiono destinate ad aggravarsi, anche per via della sovrappopolazione e della crescita demografica, della limitatezza delle risorse e dei concomitanti processi di rapida e diffusa urbanizzazione.

Secondo una stima delle Nazioni Unite, la popolazione mondiale, nel 2022, ha infatti superato gli 8 miliardi di abitanti. Fino al 1800 la Terra ne contava meno di un miliardo e nel 1950, 2,5 miliardi.

Sono stati sufficienti dodici anni, dal 2010 al 2022, per far crescere la popolazione da 7 a 8 miliardi. Le stime prevedono per il 2050 un ulteriore incremento demografico di circa 2.5 miliardi di persone. (IEA, 2019)

Un ulteriore allarme deriva dalla progressiva anticipazione dell'Earth Overshoot Day, la data convenzionale alla quale gli esperti associano il giorno in cui il fabbisogno di risorse richiesto dall'uomo supera il relativo quantitativo convenzionale generabile dal pianeta nell'arco di un anno.

Nel 1970 tale data cadeva il 30 dicembre, nel 2022 è arretrata al 28 luglio, per l'Italia addirittura al 15 maggio.

Ciò è sufficiente a comprendere la gravità dell'attuale condizione, ma ancor più preoccupante è la previsione che ne discende, secondo la quale, nel 2050 se si manterrà l'attuale ritmo di consumo, saranno necessarie risorse equivalenti a tre pianeti per soddisfare le esigenze annue della popolazione globale.

A ciò si associa, nelle medesime previsioni, un conseguente tendenziale incremento della produzione generale di rifiuti del 70%.

Ne derivano immanenti sfide globali.

In questo contesto, sostenibilità, centralità dell'uomo e resilienza appaiono caratteri forieri di un auspicabile cambiamento di mindset.

Riconoscono le opportunità del digitale e dell'evoluzione tecnologica e cognitiva che ne può discendere per affrontare dette sfide.

Accolgono il cambiamento e lo metabolizzano dinamicamente, non assumendolo più come statico adattamento.

L'apparato ontologico e i relativi attributi del *Kintsugi Thinking* introdotti ne interpretano alcuni dei contenuti e le reciproche relazioni.

A tale quadro definitorio, alle questioni affrontate, dovranno associarsi - quantunque non imposte - strategie olistiche e sistemiche, alcune delle quali si vanno progressivamente affermando in ambito europeo con l'obiettivo di anticipare e/o contrastare gli impatti descritti, prefigurando al contempo scenari possibili e indirizzandone le azioni su piani operativi ed etici.

Sono diverse le strategie strutturate che risultano già in parte definite all'interno delle generali politiche attuative europee del Green Deal.

Iniziative multi-settoriali finalizzate a costruire possibili future società resilienti per affrontare la gestione dei cambiamenti e per rendere l'Europa il primo continente climaticamente neutro entro il 2050.

Tra queste, un posto di rilievo va certamente riconosciuto alla Strategia Europea per l'Energia e per il Clima, con il Piano d'Azione Europeo per l'Economia Circolare (PEEC), che della prima è strumento finalizzato a renderne operativi gli indirizzi. (EU, 2020b; EU-COM, 2020b)

L'economia circolare, secondo la definizione, ancora attuale coniata dalla Ellen MacArthur Foundation nel 2012, introduce un modello che «è ristorativo o rigenerativo per intenzione e design, [...] sostituisce il concetto di fine vita con quello di ripristino, [...] mira all'eliminazione dei rifiuti attraverso una migliore progettazione di materiali, prodotti, sistemi». (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

In questa prospettiva, ancora la Ellen Mac Arthur Foundation, ha definito per il settore delle costruzioni un framework - ReSOLVE - individuando una serie di strategie prioritarie, Regenerate, Share-Optimization, Loop, Virtualization, Exchange, attraverso le quali conseguire, nel ciclo di vita, la riduzione dei consumi di materie prime, di energia e di emissioni climalteranti, garantendo al tempo stesso il miglioramento delle performance di prodotti e servizi, incentivando l'impiego di tecnologie digitali e di sistemi informatizzati, nonché l'utilizzo di sistemi IoT e modelli digitali. (Ellen MacArthur Foundation, 2015)

Tale framework coniuga il tradizionale concetto di sviluppo, fondato su una visione di processo lineare, take-make-waste, unidirezionale, veloce e riferibile ai tempi brevi, con il principio di sostenibilità, nella sua duplice attitudine. Di preservare le risorse nel tempo, ma anche di relazionarsi con la loro limitatezza. Si riattualizza in tal modo il ruolo dei valori ecologici dei processi circolari, già evidenziati all'inizio di questo secolo, riferibili tanto ai modi che ai tempi della natura e dunque ad una prospettiva long term. (Marchettini e Tiezzi, 1999; Hawken, et alii, 2001)

Sempre nell'ambito delle politiche del Green Deal europeo, anche l'iniziativa del nuovo Bauhaus va annoverata tra le strategie di riferimento nel suo considerare insieme design, sostenibilità e accessibilità in una prospettiva multidimensionale che assume in sé aspetti ambientali, economici, culturali e sociali. Medesime finalità, ma in un ambito più operativo, sono assunte dalla Renovation Wave for Europe che, nel formalizzare l'obiettivo di raddoppiare nei prossimi dieci anni gli interventi

di riqualificazione sul patrimonio edilizio esistente per conferirgli una maggiore efficienza energetica (entro il 2030, secondo le analisi condotte a supporto, si potrebbe intervenire su 35 milioni di edifici), fa propri i richiamati approcci circolari.

Parimenti le roadmap della programmazione internazionale ed europea, l'Agenda 2030 con i suoi SDGs e il Green Deal Europeo, individuano tra i principali obiettivi di strategia ambientale lo strumento del *decoupling*. (UNEP, 2011)

Introdotta dall'OCSE, già nel 2001 con il significato e la funzione di «breaking the link between environmental bads and economic goods» il termine indica lo sviluppo di capacità in grado di separare il progresso economico, e la conseguente crescita del PIL, dall'aumento della pressione ambientale e dallo sfruttamento intensivo delle risorse naturali, dall'innalzamento delle emissioni inquinanti e dall'aumento della produzione di rifiuti. (OECD, 2002)

Anticipato in parte attraverso il concetto di eco-efficienza, definito nel 1992 dal World Business Council for Sustainable Development, WBSCD, nel Report *Changing course* (Schmidheiny, 1992), viene ripreso dal Sesto Programma d'Azione in materia di Ambiente. (EU, 2002)

È definitivamente assunto nei documenti comunitari attraverso la definizione data dall'OCSE che ne specifica le due accezioni, tra loro complementari, *resource decoupling* e *impact decoupling*.

Ancora oggi l'UNEP considera questo indice, ridefinito come Indice integrato, uno dei più efficaci nella rappresentazione grafica e analitica del disaccoppiamento della pressione ambientale dalla crescita economica. (UNEP, 2022a)

In tali contesti, sono diversi gli strumenti disponibili di supporto per la definizione di strategie di intervento, per attuarne finalità generali e specifiche, per monitorarne gli esiti. Sottintendono operazioni articolate che, nel mutuare dal principio galileiano “misura ciò che è misurabile e rendi misurabile ciò che non lo è”, pongono l'attenzione sul controllo dei fenomeni e dei comportamenti come mezzo per la loro comprensione. Si tratta di strumenti indirizzati verso una sempre più pervasiva assunzione della cultura della valutazione degli impatti ambientali, della sostenibilità delle costruzioni e del rendimento energetico degli edifici.

Individuati come centrali nei primi anni del 2000, nell'ambito dei dettati della Comunicazione “Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano”, che ne orien-

tava l'adozione (EU-COM, 2005), sono basati su sistemi di rating e metriche riconosciute come indicatori di qualità in chiave Life Cycle Thinking (LCT).

Analisi multicriteriali, (Criteria Decision Analysis Fines, MCDA) metodologie dirette a supportare coloro che operano con variabili numerose e tra loro contrastanti, consentendo, attraverso l'organizzazione e la sintesi di informazioni complesse, di esaminare e valutare diverse alternative. Le relative metodologie Life Cycle Assessment (LCA), Life Cycle Cost (LCC) e Social LCA (SLCA) stanno lentamente affermando approcci basati sulla gestione dalla “culla” alla “culla” del ciclo di vita di edifici e componenti.

Tutti strumenti che, in ultima istanza, potranno - già potrebbero - sostenere sul piano operativo strategie finalizzate all'affermazione, almeno parziale o fosse anche limitata, del richiamato principio del decoupling con specifica applicazione ai processi trasformativi dell'ambiente costruito.

Agli impatti, dei quali si è cercato di evidenziarne origine, caratteri e successive progressioni, si associano, in un processo interrelato, strategie, indicatori, strumenti e, non ultimi, descrittori di scenari attuali, e di previsione.

Questi tracciano la rotta, individuano gli obiettivi, formalizzano rischi, chiariscono i rapporti di causa-effetto tra decisioni politiche, processi attuativi, comportamento delle comunità e dei singoli.

Riguardano diverse questioni, apparentemente diverse e distanti, ma in realtà tutte organicamente connesse le une alle altre nel prefigurare, appunto, scenari climatici, energetici, economici, sociali al 2050, al 2080, al 2100. (EU, 2019; Sherwood et alii, 2020; EU-COM, 2021b; IPCC, 2022a, 2022b; BP, 2022)

Ma anche riferiti, con specifico focus sul settore delle costruzioni, alla questione del consumo di suolo, della sua permeabilità, del suo essere in definitiva, risorsa finita.

Il rapporto UN Global Status 2017, includeva infatti tra le previsioni quella in base alla quale fino al 2040 si sarebbe costruito ogni settimana, l'equivalente dei metri quadri di una città come Parigi.

Il duplice obiettivo esposto era quello di iniziare da subito a progettare edifici a impatto emissivo nullo e, contemporaneamente, ad avviare interventi mirati alla decarbonizzazione del patrimonio costruito esistente, attraverso interventi di “deep renovation”, in linea con le indicazioni della Comunità Europea. (UN, 2017)

Previsioni, molte delle quali anticipate già diversi decenni fa da studi, analisi, intuizioni, moniti e riflessioni, peraltro più volte richiamate nella narrazione del presente lavoro. Una lettura che, nel ricercare un dialogo dinamico tra i termini che definiscono l'attuale Era ecologica e digitale, trova sponda nei contenuti introdotti dal rapporto del The World Iniziativa 2050, elaborato dall'Istituto Internazionale di Analisi dei Sistemi Applicati (IIASA) e da altri partner. Vi vengono delineati possibili scenari che pongono in stretta relazione tra loro sostenibilità e digitale; strategie e percorsi finalizzati, nello specifico, al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) di Agenda 2030. (TWI2050, 2019)

Nel precedente rapporto del 2018 - i cui contenuti sono stati assunti nella definizione degli attributi ontologici del *Kintsugi Thinking* - erano state identificate "sei trasformazioni esemplari" funzionali al raggiungimento degli Sustainable Development Goals con proiezioni al 2050: Capacità umana e demografia; Consumo e produzione; Decarbonizzazione ed energia; Cibo, biosfera e acqua; Città intelligenti; Rivoluzione digitale. Vi si introduce uno scenario che, costruito intorno agli aspetti connessi alla transizione/trasformazione digitale, prefigura quella trasformazione dell'*homo faber* in *homo digitalis*, che apriva il capitolo.

Detta transizione/trasformazione pone in stretta relazione istanze di sostenibilità e opportunità del digitale. (TWI2050, 2018)

Di quest'ultimo se ne evidenzia il carattere dirompente capace di determinare quel cambiamento necessario e auspicato. Al tempo stesso ne vanno denunciati i potenziali impatti negativi che potrebbe determinare. Dal "digital divide" alle "slippery slopes", fino alla condizione di distopia guidata dalla tecnologia.

Si riconosce al digitale il ruolo di acceleratore delle trasformazioni dei processi produttivi ancora oggi prevalentemente basati sull'energia fossile e sull'estrazione di materie prime. Se ne evidenziano, le attuali nuove dinamiche che prefigurano scenari futuri diversi e possibili. Dalla decarbonizzazione, all'economia circolare, all'efficienza e sufficienza di risorse ed energia, alla trasformazione urbana sostenibile, al monitoraggio e alla protezione degli ecosistemi. Scenari di cambiamento che nell'aprire ad un'enorme quantità di informazioni e conoscenza, e configurare interazioni sempre più profonde tra esseri umani e sistemi tecnici, richiamano la necessità di ridefinirne le relazioni reciproche ad un livello non più solo operativo, ma etico.

4.4 Cambiamento

Si legge nella prefazione di *Change*, un testo di P. Watzlawick, J.H. Weakland e R. Fisch del 1974, ancora oggi come allora fortemente innovativo ed emblematicamente adattabile al di fuori dei suoi specifici ambiti disciplinari, «di teoria del cambiamento ce n'è a bizzeffe, ma è la prima volta che in una teoria del cambiamento viene assunto seriamente ad oggetto di analisi il cambiamento stesso per accertare sia come si verifica spontaneamente sia come si può provocarlo». (Erickson, 1974)

Ed è proprio il riferimento al cambiamento che - a volte in termini espliciti, a volte impliciti - costituisce una presenza costante nelle pagine di questo volume.

In alcune circostanze richiama e rinvia a condizioni e contesti passati, in altre si configura quale realtà immanente. In taluni casi è espresso come ineludibile e ineluttabile dovere, in altri, come necessità vibrante.

Tuttavia, per realizzare un cambiamento radicale “del sistema” e delle sue regole codificate, per norma e per prassi, occorre un cambio di passo.

Una condizione, quella del cambiamento, che qualifica l'epoca in cui viviamo come un periodo di “speciazione”, ovvero, secondo i biologi evuzionisti, il processo di formazione di nuove specie zoologiche e botaniche per via di mutazioni di quelle esistenti. Termine che ben si presta a definire i caratteri dell'attuale stadio evolutivo che si sta imponendo con ritmi sempre più incalzanti e che riguarda anche il superamento dell'omeostasi, e cioè la tendenza di ogni organismo vivente, compreso l'uomo, a mantenere una sorta di stabilità interna al sistema.

Il cambiamento di cui si parla coincide, in ultima analisi, con una duplice variazione di prospettiva.

È riferita in primo luogo alle modalità di lettura dei caratteri di tale cambiamento, attraverso l'esercizio all'attenzione. Necessaria e certamente critica. (Weil, 1977)

È riferita, altresì, alle modalità per ponderare l'azione successiva attraverso la messa in valore dell'attitudine riconosciuta al principio di precauzione, il cui scopo, com'è noto, è garantire un alto livello di protezione dell'ambiente grazie a delle prese di posizione preventive, di anticipazione, in caso di rischio.

Posizioni che, superata l'interpretazione spesso loro attribuita, di “astensione dall'azione”, ne fanno strumento di ricerca, messa in tensione di un agire al quale comunque ricorrere sia pure nell'incertezza.

Sempre in divenire, anche se privato della sicurezza della conoscenza e di fronte alla contraddizione, l'essere umano, secondo Kierkegaard, è costretto a plasmare la propria integrità attraverso la decisione e l'azione. Esattamente l'opposto di una "non azione" che si nasconde nella sia pur viva speranza di cambiamento alimentata da molti.

Un atteggiamento proattivo che traguarda obiettivi concreti da perseguire attraverso azioni tangibili per allenarsi al cambiamento, alla resilienza e finanche alla responsabilità. Che unisce aver cura e intenzionalità, *agere* e *intelligere*, spostando il baricentro dei processi di trasformazione antropica ed estendendone l'applicazione al concetto di "bene comune".

Un fine virtuoso, sebbene difficile da perseguire.

Come già detto, il cambiamento è in corso e, sicuramente, anche in corsa.

Procede a strappi, caratterizzati da violente e improvvise accelerazioni, alterna a momenti in cui tutto appare meno chiaro, magmatico, privo di certezze.

Langdon Morris, uno dei massimi pensatori, consulenti e autori di innovazione e strategia, osserva come gli attuali cambiamenti, che egli definisce Big Shift, al pari di forze potenti, stanno riconfigurando il mondo con conseguenze che avranno impatti su ogni essere vivente per molti decenni a venire. Nel configurare i caratteri di tale Big Shift, enumera, introduce e descrive ben ottantatre cambiamenti che stanno avvenendo simultaneamente.

Sebbene ognuno di questi possa essere già singolarmente dirompente, nel verificarsi tutti insieme, innescano una rivoluzione globale, ovvero, la totale trasformazione dell'economia, della società, delle nostre vite. Influenzano il futuro della tecnologia, l'evoluzione del cambiamento climatico, gli impatti sull'industria e sull'energia, il futuro dell'andamento demografico e delle città. (Morris, 2018)

Allo stesso modo, sia pure da altro punto di osservazione, anche Maurizio Molinari offre una descrizione del mondo che cambia, individuando otto linee di trasformazione - dai conflitti veri e propri a quelli latenti, dall'emergenza climatica alle discriminazioni razziali, dalle diseguaglianze sociali al fenomeno migratorio, dalla parità di genere, all'emergenza sanitaria - tutte questioni ugualmente urgenti e complesse. (Molinari, 2020)

Occorre, di questo cambiamento, superarne cautamente anche le increspature pessimistiche.

Quelle a cui aveva già dato voce Tomàs Maldonado, in parte richiamate nel testo, secondo il quale «nel contesto di una natura in crisi la società si svuota fatalmente di ogni tensione verso il futuro» (Maldonado, 1970)

Quel che sembra doversi tragguardare è, quindi, per dirla con Watzlawick, «Un cambiamento di tipo due: strategico, rivoluzionario, radicale, di paradigma». (Watzlawick et alii, 1974)

Scenario che già incorpora una diversa istanza di sostenibilità e insieme l'idea di una nuova Era per l'umanità, quella dell'Antropocene digitale. (TWI2050, 2019; Acquati e Camarca, 2021)

Il Rinascimento, epoca di rivoluzione, ha costruito un ponte tra il Medioevo, le epoche dell'Illuminismo e l'Età industriale.

È stato caratterizzato da tre grandi trasformazioni.

L'emergere di una nuova visione del mondo (Copernico); la rivoluzione della comunicazione (la stampa) e la trasformazione culturale e religiosa (la Riforma).

Questi tre cambiamenti hanno rivoluzionato le società europee.

Qualcosa di simile sta accadendo ora.

In primo luogo, l'Antropocene digitale delinea nuove visioni del mondo, ridefinendo la nostra percezione dell'intelligenza e dei confini tra l'uomo e i sistemi tecnici, della scienza e del pianeta.

In secondo luogo, l'era digitale sta producendo una nuova comunicazione virtuale, globale e just-in-time.

In terzo luogo, stiamo assistendo a profonde mutazioni antropologiche e culturali. Ciò, proprio in virtù di quel cambiamento - forse quel cambio di paradigma più volte richiamato - che, più o meno consapevolmente, è unanimemente riconosciuto essere in atto.

Le tecnologie digitali, di questo cambio di paradigma, ne costituiscono parte integrante, pervadono e modellano la quotidianità, l'essere e l'agire.

«Sta a ciascuno di noi», secondo Federico Cabitza «decidere come usare la nostra ultima invenzione e scegliere quale futuro vogliamo contribuire a realizzare per *l'homo faber* che è in noi». Tuttavia, «è solo se si capisce che l'AI è una nuova forma di capacità di agire - agentità - e non una nuova forma di intelligenza» gli fa eco Luciano Floridi «si può capire veramente la sua sfida etica e quindi affrontarla con successo». (Floridi e Cabitza, 2021)

Aspetto essenziale per favorire questo tipo di cambiamento sembra essere l'agire "nel qui ed ora", provando ad interrogarsi sul "come", probabilmente non convenzionale, né tantomeno usuale, assumendone il "perché" come fine.

Al tempo stesso, in un'epoca di sconvolgimenti trasformativi dovremmo - probabilmente dobbiamo - rimettere in gioco le teorie di Adam Smith economista e filosofo morale, il quale sosteneva che i mercati, le rivoluzioni tecnologiche e i profondi cambiamenti paradigmatici all'interno delle società potrebbero funzionare, senza destabilizzare i sistemi sociali, solo se l'autonomia dei mercati è limitata dalle norme e dai valori della società medesima. (Smith, 1776)

Parafrasando quei magisteri, diventa esiziale avere consapevolezza del fatto che le quattro dimensioni ontologiche, dell'aver cura, ecologica, digitale, informazionale, non necessariamente possono e potranno esprimere naturalmente indirizzi coerenti, e puntare ai medesimi obiettivi. Più probabilmente costituiscono pesi e contrappesi di un sistema la cui struttura, se non risulterà sufficientemente sostenuta da solidi sistemi di norme e di valori - soprattutto di valori - darà adito all'affermazione del potenziale distopico della digitalizzazione che prevarrà in contrapposizione all'idea di un nuovo umanesimo per il XXI secolo. (Morin, 2012; WBGU, 2019; Floridi, 2020)

Cambiamento, dunque.

È questa la prospettiva a cui guarda il *Kintsugi Thinking*.

Un cambiamento del quale ne ha delineato i caratteri, riconoscendoli aspetti di una transizione ecologica, digitale e informazionale.

Un cambiamento che è da comprendere e studiare - nelle trasformazioni incontrollate - ma anche da provocare - nell'assunzione di un agire diverso - in una prospettiva che deve riconoscersi sostenibile, resiliente, human centred.

Sfide e opportunità al tempo stesso

Di questa nuova prospettiva il *Kintsugi Thinking* vuole esserne possibile espressione. Le sue quattro ontologie fondative e gli attributi che di tale apparato ne costituiscono la struttura hanno, insieme, l'aspirazione di suggerire quel possibile cambio di prospettiva, più volte richiamato nelle pagine di questo lavoro.

Esprimono la trama di un percorso.

Da questo è possibile trarne o farne discendere, consapevolezze e/o riflessioni proprie, affini o discordanti rispetto a quelle qui espresse.

Non una nuova teorizzazione o una diversa strategia né, tantomeno, un'ennesima apparecchiatura operativa, il *Kintsugi Thinking* appare una possibile visione.

Aspirazione a suggerire punti di osservazione che possano indurre ad atteggiamenti, comportamenti consapevoli e responsabili, che del principio dell'aver cura ne assumono la forza e il carattere.

Considera gli scenari attuali e futuri, prende atto degli impatti misurabili, noti e da monitorare, delle strategie già delineate e quelle in corso di definizione.

Soprattutto, alimenta la tensione verso un cambiamento necessario.

Un approccio dal quale emerge una opportunità/urgenza riconosciuta alla gestione del ciclo di vita di una risorsa, il patrimonio costruito, indifferentemente se esistente o futuro, da cui far discendere azioni di riduzione degli impatti sull'ambiente, di ottimizzazione del consumo di risorse, di miglioramento generale della qualità della vita attraverso l'innalzamento dei profili qualitativi complessivi dell'abitare.

Si confronta con processi di trasformazione che abbiamo visto avere radici antiche, i cui caratteri attuali, nel prefigurare possibili - talvolta drammaticamente possibili - scenari futuri, ci esorta ad alimentare, di contro, la fiducia nella capacità di individuare un pensiero altro, laterale, che possa istruire, in termini operativi, e accompagnare, in termini culturali, l'evoluzione del rapporto uomo-ambiente-costruito.

Forse, è proprio questo il portato rivoluzionario del *Kintsugi Thinking*.

Ambire, facendo leva sull'operato di ognuno, ad interpretare il senso dell'attuale cambio di paradigma, indirizzandone l'agire nella prospettiva di un ribaltamento, disruptive, di ciò che oggi apparirebbe, viceversa, ineluttabile.

References

- Acquati, E. e Camarca, C. (2021) *Digital Italy 2021. La resilienza del digitale*, Maggioli Editore
- Benyus, J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Morrow, New York
- BP, British Petroleum (2022) *Energy Outlook 2023*
- Cattaneo, M. (2012) *Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo*, Franco Angeli, Milano
- Catton, W.R.Jr. and Dunlap, R.E. (1978) "Environmental Sociology - A New Paradigm" in *The American Sociologist*, Vol.13, n.1
- Cohen-Shacham, E.; Walters, G.; Janzen, C. and Maginnis, S. (edited by) (2016) *Nature-based Solutions to address global societal challenges*, Gland
- De Bono, E. (1970) *Lateral Thinking: A Textbook of Creativity*, Ward Lock Education, East Grinstead. Edizione italiana a cura di Brunelli, F. (1998) *Il pensiero laterale*, BUR, Milano
- Direttiva EPBD, 2021
- Dixit, M.K.; Fernández-Solís, J.L.; Lavy, S. and Culp, C.H. (2010) "Identification of parameters for embodied energy measurement: A literature review" in *Energy and Buildings*, Vol.42, n.8
- EEA - European Environment Agency (2019) *Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy* Briefing n.14/2019
- EEA - European Environment Agency (2021) *Land take and land degradation in functional urban areas*, Report 1772021, Copenhagen
- Ellen MacArthur Foundation (2013) *Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated Transition*
- Ellen MacArthur Foundation, McKinsey Center for Business and Environment (2015) *Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe*
- Erickson, M. (1974) "Prefazione" in Watzlawick, P.; Weakland, J.H. and Fisch, R. *Change. Principles of problem formation and problem resolution*, Norton&company, New York. Edizione italiana a cura di Ferretti, M. (1978) *Change: sulla formazione e la soluzione dei problemi*, Roma, Astrolabio
- EU Commissione Europea (2002) *Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente*, Decisione n°1600/2002/CE
- EU Commissione Europea (2016) *Putting energy efficiency first: consuming better, getting cleaner*
- EU Commissione Europea (2019) *The European Green Deal*
- EU Commissione Europea (2020a) *European Skills Agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience*

- EU Commissione Europea (2020b) *Circular Economy Action Plan*
- EU Commissione Europea (2021a) *Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*
- EU Commissione Europea (2021b) *Horizon Europe. Investing to shape our future*
- EU-COM (2001) COM/2001/68 *Green paper on integrated product policy*
- EU-COM (2005) COM/2005/718 *Thematic strategy on the urban environment*
- EU-COM (2020a) COM(2020)/65 *Libro Bianco sull'intelligenza artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia*
- EU-COM (2020b) COM/2020/98 *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe Available*
- EU-COM (2020c) COM/2020/662 *A Renovation Wave for Europe. Greening our buildings, creating jobs, improving lives*
- EU-COM (2021a) COM/2021/82 *Forging a climate-resilient Europe. The new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*
- EU-COM (2021b) COM/2021/550 *Fit for 55: delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*
- EU-COM (2021c) COM/2021/802 *Energy performance of buildings*
- EU-GDP (2016) *Regolamento generale sulla protezione dei dati*, GDP 2016/679 del Parlamento europeo
- EU-JRC, European Commission - Joint Research Centre (2021) *Future transitions for the bioeconomy towards sustainable development and a climate-neutral economy: foresight scenarios for the EU bioeconomy in 2050*
- Floridi, L. (2009) *Infosfera: Etica e filosofia nell'età dell'informazione*, Giappichelli, Torino
- Floridi, L. (2020) *Il verde e il blu: Idee ingenue per migliorare la politica*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Floridi, L. (2022) *The Ethics of Artificial Intelligence. Principles, Challenges, and Opportunities*, Susanna Lea Associated. Edizione italiana a cura di Durante, M. (2022) *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Floridi, L. e Cabitza, F. (2021) *Intelligenza artificiale: L'uso delle nuove macchine*, Bompiani, Milano
- Hawken, P.; Lovins, A.B. and Lovins, L.H. (2001) *Capitalismo naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Edizioni Ambiente, Milano
- Heidegger, M., (1927) *Sein und Zeit*, Halle, Germania. Edizione italiana a cura di Marini, A. (2006) *Heidegger. Essere e tempo*. Collana I Meridiani, Mondadori, Milano
- Holling, C.S. (2001) "Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems" in *Ecosystems* n.4, SpringerLink
- IEA, International Energy Agency (2019) *Global Status Report for Buildings and Construction*

- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*
- IPCC (2022a) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change*
- IPCC (2022b) *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*
- ISPRA (2017) *Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore*
- Ito, J. and Howe, J. (2016) *Whiplash - How to survive our faster future*, Grand Central Publishing, New York. Edizione italiana a cura di Vegetti, M. (2017) *Al passo col futuro. Come sopravvivere all'imprevedibile accelerazione del mondo*, Egea, Milano
- Jonas, H. (1979) *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Insel, Frankfurt am Main. Edizione italiana a cura di Portinaro, P.P. (2002) *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino
- Kellert, S. R. and Heerwagen, J. H. (2008) *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*, John Wiley & Sons Inc
- Kelly, K. (2010) *What Technology Wants*, Viking Penguin, New York, London. Edizione italiana a cura di Olivero, G. (2011) *Quello che vuole la tecnologia*, Codice, Torino
- Latour, B. (2020) *La sfida di Gaia. Il nuovo regime climatico*, Melteni, Milano
- Latour, B. (2022) *Dove sono? Lezioni di filosofia per un pianeta che cambia*, Einaudi, Torino
- Lauria, M. e Azzalin, M. (2021) "Maintenance as crosswise indicator of sustainability in management and evaluation instruments" in Bevilacqua, C.; Calabrò, F. and Della Spina, L. (edit by) *New Metropolitan Perspectives. NMP 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 178. Springer, Cham
- Lehne, J. and Preston, F. (2018) *Making Concrete Change. Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*, Chatham House report
- Louis, E. and Ghai, D. (1976) "Employment Problems in Developing Countries: Lessons from the World Employment Programme" in Cairncross, C. and Puri, M. (edited by) *Employment, Income Distribution and Development Strategy: Problems of the Developing Countries*, Palgrave, London
- Maldonado, T. (1970) *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino
- Manca, A.; Benczur, P. and Giovannini, E. (2017) *Building a Scientific Narrative Towards a More Resilient EU Society Part 1: a Conceptual Framework* Publications Office of the European Union, Luxembourg
- Marchettini, N.; Tiezzi, E. (1999) *Che cos'è lo sviluppo sostenibile? Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico*, Donzelli Editore, Roma
- May, R. (1967) *Psychology and the Human Dilemma*, Van Nostrand Reinhold Inc. Edizione italiana May, R. (1978) *La psicologia e il dilemma umano*, Astrolabio-Ubaldini editore, Roma
- Molinari, M. (2020) *Atlante del mondo che cambia. Le mappe che spiegano le sfide del nostro tempo*, Rizzoli, Milano

- Morin, E. (2012) *Pensare la complessità. Per un umanesimo planetario*, Mimesis, Milano
- Morris, L. (2018) *The Big Shift. The 83 Most Important Changes That Everyone Should Know About, and the Big Shift that Changes Everything*, CreateSpace Independent Publishing Platform, Scotts Valley
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (2002) *Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth*, Paris
- Ostrom, E. and Hess, C. (2006) *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Edizione italiana a cura di Ferri, P. (2009) *La conoscenza come bene comune. Dalla teoria alla pratica*, Mondadori, Milano
- Reich, W.T. (1995) (a cura di) *Encyclopedia of Bioethics*, Simon & Schuster Macmillan Library Reference, New York
- Schmidheiny, S. (1992) *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and Environment, With the World Business Council for Sustainable Development*, Massachusetts Institute of Technology, Boston
- Scruton, R. (2013) *Green Philosophy: How to think seriously about the planet*, Atlantic Books Ltd., London
- Searle, J.R. (2003) "Ontologia sociale e potere politico" in Di Lucia P. (2003) (a cura di) *Ontologia sociale. Potere deontico e regole costitutive*, Quodlibet, Macerata
- Sherwood, S.C.; Webb, M.J.; Annan, J.D.; Armour, K.C.; Forster, P.M.; Hargreaves, J.C.; Hegerl, G.; Klein, S.A.; Marvel, K.D.; Rohling, E.J.; Watanabe, M.; Andrews, T.; Braconnot, P.; Bretherton, C.S.; Foster, G.L.; Hausfather, Z.; von der Heydt, A.S.; Knutti, R.; Mauritsen, T.; Norris, J.R.; Proistosescu, C.; Rugenstein, M.; Schmidt, G.A.; Tokarska, K.B. and Zelinka, M.D. (2020) "An Assessment of Earth's Climate Sensitivity Using Multiple Lines of Evidence" in *Reviews of Geophysics*, 58
- Smith, A. (1776) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, The modern library, New York. Edizione italiana a cura di Biagiotti, A. e Biagiotti, T. (1975) *La ricchezza delle nazioni*, UTET, Torino
- Solis, B. (2016) *The race against Digital Darwinism. Six stages of digital transformation*, Altimeter, San Francisco
- Stack, G.J. (1969) "Preoccupazione in Kierkegaard e Heidegger" in *Filosofia Oggi*, n.13
- Streeten, P. (1981) "From Growth to Basic Needs" in *Development Perspectives*, Palgrave Macmillan, London
- TWI2050 - The World in 2050 (2018) *Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals*. Report prepared by The World in 2050 Initiative. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg
- TWI2050 - The World in 2050 (2019) *The Digital Revolution and Sustainable Development: Opportunities and Challenges*. Report prepared by The World in 2050 Initiative. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg

- UN - United Nations (2010) *Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 20 dicembre 2010*
- UN - Environment and International Energy Agency (2017) *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017*
- UNEP - United Nation Environment Program (2011) *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth*
- UNEP - United Nation Environment Program (2022a) *Too Little, Too Slow: Climate adaptation failure puts world at risk*
- UNEP-United Nations Environment Programme (2022b) *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, Nairobi
- UNFCCC COP24 (2018) *Dichiarazione per la solidarietà e la transizione giusta*, Katowice
- Walker, B.; Holling, C.S.; Carpenter, S.R. and Kinzig, A. (2004) "Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems" in *Ecology and Society*, Vol. 9, n.2
- Watzlawick, P. (1986) *Vom Schlechten des Guten oder Hekates Lösungen*, R. Piper Gmb&Co KG, Munchen. Edizione italiana a cura di Ganni, E. (1986) *Di Bene in Peggio. Istruzioni per un successo catastrofico*, Feltrinelli, Milano
- Watzlawick, P.; Beavin, J.H. and Jackson, D.D. (1967) *Pragmatics of Human Communication. A Study of Interactional Patterns, Pathologies, and Paradoxes*, Norton&company, New York. Edizione italiana a cura di Ferretti, M. (1978) *Pragmatica della comunicazione umana*, Astrolabio, Roma
- Watzlawick, P.; Weakland, J.H. and Fisch, R. (1974) *Change. Principles of problem formation and problem resolution*, Norton&company, New York. Edizione italiana a cura di Ferretti, M. (1978) *Change: sulla formazione e la soluzione dei problemi*, Roma, Astrolabio
- Weil, S. (1977) *The Simone Weil Reader*, McKay Editore, New York
- WBGU, Germann Advisory Council on Global Change (2019) *The Sustainability Transformation in the Digital Age*, Berlin
- WGBC, World Green Building Council (2019) *Bringing Embodied Carbon Upfront: Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon*, London
- Wiener, N. (1948) *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, The MIT Press, Cambridge. Edizione italiana a cura di Beghelli, O. (1953) *La cibernetica*, Bompiani, Milano
- World Economic Forum (2018) *Infrastructure and Urban Development - Industry Vision 2050*

POSTFAZIONE

Mario Losasso

L'argomento del volume di Massimo Lauria e Maria Azzalin dal titolo *Kintsugi Thinking. Manutenzione dell'ambiente costruito nell'era ecologica e digitale*, fissa il proprio focus sulla denominazione dell'antica arte giapponese di "mettere oro sulle crepe" di oggetti infranti o danneggiati.

Tale arte - il Kintsugi - si attua secondo azioni consapevoli a conclusione di un lungo processo di riparazione e cura. Essa si basa sul progredire attraverso piccoli passi, in cui la ricostruzione fisica combina il nuovo valore dell'oggetto riparato con il tempo e la dedizione profusi.

Le nuove nervature auree che connettono parti riassemblate non nasconderanno ma, anzi, quasi esalteranno l'esito dell'impatto avvenuto, diventando una traccia preziosa che rivela il passato. Seppure riparato con efficacia, l'oggetto non sarà come prima, non sarà nuovo e costituirà altro da quello che era nella sua nuova vita raccontata dai frammenti ricomposti.

Il richiamo al processo del Kintsugi, che è insieme tecnico e cognitivo, si rivela dunque denso di premesse e di conseguenze, di analogie e richiami, di decontestualizzazioni e di proiezioni. Collega il passato e il futuro transitando nel presente ed è metafora di una contemporaneità sempre in bilico tra la ricomposizione di frammenti di realtà, la ricerca di futuri possibili e il peso di un eterno presente.

Il volume esprime sin dalle sue prime battute il riferimento all'origine della disciplina della Tecnologia dell'architettura, che sul finire degli anni 60 ha introdotto nel panorama dei saperi la sostituzione del nozionismo tecnico con l'indeterminazione

dettata dal logos della *téchne* - la tecnologia - nella sua capacità esplorativa, nel “sapere perché” che precede il “sapere come”.

Il pregevole lavoro svolto da Massimo Lauria e Maria Azzalin si manifesta come espressione di un sapere colto che si inserisce con lucidità e senso critico fra pensiero umanistico e pensiero tecnico scientifico. In questo passaggio gli autori rimarcano una delle prassi proprie del bagaglio della disciplina, contrassegnata dalla propria capacità innovativa di connettere le due culture - per dirla con Charles Snow - e gli approcci che ad esse afferiscono e che tuttora rappresentano una guida negli scenari della ricerca.

Nel testo si sviluppa infatti un percorso complesso che collega gli aspetti paradigmatici, l'orientamento del pensiero, il concetto di limite, la cultura ambientalista, la cultura digitale, le sfide della contemporaneità e della complessità. Attraverso una lucida traiettoria, viene proposta una sintesi di apparati complessi che può essere condensata solo attraverso un approccio culturale aperto, inevitabilmente e ampiamente documentato, in cui vengono connessi vari pezzi di saperi spesso disgiunti.

Attraverso un percorso che, secondo una analogia riferibile al Kintsugi, evidenzia la capacità di porli sinchronicamente su uno stesso piano, sono messi in relazione temi diversi e fra loro tradizionalmente separati, individuandone nessi, consequenzialità, nuovi valori e nuove ontologie. Da questa esplorazione gli autori sviluppano relazioni fra sistemi scientifici e di pensiero conducendo il lettore verso convergenze non scontate e sostenute da un'etica rispondente al principio di responsabilità così come al principio di “one health” fra le componenti biotiche e abiotiche dell'ambiente di vita.

A questo aspetto si aggancia la posizione di depurare l'ecologia dalla sua matrice antropocentrica, traguardando verso nuovi equilibri ecosistemici fatti di convergenze fra campo digitale e campo materiale. Questo mutamento di visuale è una delle chiavi di lettura proposte dal libro poiché, con il big shift della quarta rivoluzione industriale e delle transizioni ecologica e digitale, si determinano nuove relazioni fra habitat ed ecologia così come fra l'abitare e l'economia.

Il testo si muove infatti in scenari di continua ricognizione dei saperi, di progressiva focalizzazione di topics, di costante capacità di planare dall'alto su tematiche di interesse attuale dando nuovo senso al processo di adattamento della specie umana al nostro pianeta.

Nella revisione degli statuti del progetto nel nuovo regime climatico e delle sfide ambientali e del mondo digitale, sono ribaditi alcuni concetti connotanti della disciplina – la qualità dell’habitat, la manutenzione dell’esistente, l’uso efficiente delle risorse, il senso di responsabilità ambientale – ma vengono accompagnati e attualizzati attraverso l’affermazione di nuove condizioni paradigmatiche.

Si evidenzia la necessità di affrontare con senso etico le diverse opzioni e soprattutto i valori in campo, inducendone di nuovi e determinando innovative implicazioni che gli approcci convenzionali della disciplina non riescono più a controllare.

La sfida culturale posta dagli autori è rilevante, poiché non si tratta di ricollocare sotto concetti-ombrello altri concetti noti, ma di attuare una revisione di punti di vista capace di riordinare i nuovi valori confrontandosi con una contemporaneità che accelera con le proprie sfide e che abbiamo il dovere di incominciare a interpretare con senso critico e con l’adesione a nuovi principi guida.

Collana STUDI E PROGETTI

Libri

1. Andrea Tartaglia, *Project Financing e Sanità. Processi, attori e strumenti nel contesto europeo*, 2005.
2. Daniele Fanzini (a cura di), *Il progetto nei programmi complessi di intervento. L'esperienza del Contratto di Quartiere San Giuseppe Baio del Re di Piacenza*, 2005.
3. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Andrea Poltronieri, *Marketing Territoriale. Piano, azioni e progetti nel contesto mantovano*, 2005.
4. Matteo Gambaro, *Regie evolute del progetto. Le Società di trasformazione urbana*, 2005.
5. Silvia Lanzani, Andrea Tartaglia (a cura di), *Innovazione nel progetto ospedaliero. Politiche, strumenti tecnologie*, 2005.
6. Alessandra Oppio, Andrea Tartaglia (a cura di), *Governo del territorio e strategie di valorizzazione dei beni culturali*, 2006.
7. Fabrizio Schiaffonati, Arturo Majocchi, Elena Mussinelli (a cura di), *Il Piano d'area del Parco Naturale della Valle del Ticino piemontese*, 2006.
8. Matteo Gambaro, Daniele Fanzini (a cura di), *Progetto e identità urbana. La riqualificazione di piazza Cittadella in Piacenza*, 2006.
9. Lorenzo Mussone, Luca Marescotti (a cura di), *Conoscenza e monitoraggio della domanda di mobilità nelle aree metropolitane: teoria, applicazioni e tecnologia*, 2007.
10. Luca Marescotti, Lorenzo Mussone (a cura di), *Grandi infrastrutture per la mobilità di trasporto e sistemi metropolitani: Milano, Roma e Napoli*, 2007.
11. Giorgio Casoni, Daniele Fanzini, Raffaella Trocchianesi (a cura di), *Progetti per lo sviluppo del territorio. Marketing strategico dell'Oltrepò Mantovano*, 2008.
12. Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Matteo Gambaro (a cura di), *Tecnologia e progetto urbano. L'esperienza delle STU*, 2008.
13. Elena Mussinelli (a cura di), *Il Piano Strategico di Novara*, 2008.
14. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, 2008.
15. Raffaella Riva, *Il metaprogetto dell'ecomuseo*, 2008.
16. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Roberto Bolici, Andrea Poltronieri (a cura di), *Paesaggio e beni culturali. Progetto di valorizzazione dell'Area Morenica Mantovana*, 2009.
17. Matteo Gambaro (a cura di), *Paesaggio e sistemi territoriali. Strategie per la valorizzazione della fascia contigua al Parco naturale della Valle del Ticino piemontese*, 2009.
18. Roberto Bolici, Andrea Poltronieri, Raffaella Riva (a cura di), *Paesaggio e sistemi ecomuseali. Proposte per un turismo responsabile*, 2009.
19. Fabrizio Achilli, Daniele Fanzini, Valeria Poli, Cesarina Raschiani (a cura di), *Popolare la città. Cento anni di case popolari a Piacenza*, 2009.
20. Giovanni Boncinelli, *Simmetria e funzione nell'architettura*, 2009.
21. Giorgio Casoni, Daniele Fanzini, *I luoghi dell'innovazione. Complessità, management e progetto*, 2011.
22. Marta Ferretti, Tamara Taiocchi, *26 Km Bergamo-San Pellegrino Terme. Strategie e progetti per la riqualificazione della ferrovia della Valle Brembana*, 2012.
23. Giorgio Bezoari, Eduardo Salinas Chávez, Nancy Benítez Vázquez (a cura di), *San Isidro en el Valle de los Ingenios. Trinidad. Cuba*, 2013.
24. Elena Mussinelli (a cura di), *La valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico. Progetto per le Corti Bonoris nel Parco del Mincio*, 2014.
25. Fabrizio Schiaffonati, *Il progetto della residenza sociale*, a cura di Raffaella Riva, 2014.
26. Fabrizio Schiaffonati (a cura di), *Renato Calamida, Marco Lucchini, Fabrizio Schiaffonati Architetti*, 2014.
27. Giovanni Castaldo, Adriana Granato (a cura di), *Un progetto per gli scali ferroviari milanesi*, 2015.
28. Elena Mussinelli (a cura di), *Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement*, 2015.
29. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Arturo Majocchi, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, *Tecnologia Architettura Territorio. Studi ricerche progetti*, 2015.
30. Oscar Eugenio Bellini, *Student housing_1*, 2015.

31. Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Corrado Trombetta (a cura di), *Cluster in progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione / The Architectural technology network for innovation*, 2016.
32. Paola De Joanna, *Architettura e materiali lapidei. Strategie sostenibili e processi innovativi*, 2016.
33. Luca Mora, Roberto Bolici, *Progettare la Smart City. Dalla ricerca teorica alla dimensione pratica*, 2016.
34. Fabrizio Schiaffonati, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, *Il progetto di rigenerazione urbana. Proposte per lo scalo di Porta Romana a Milano*, 2017.
35. Raffaella Riva (a cura di), *Ecomuseums and cultural landscapes. State of the art and future prospects*, 2017.
36. Daniele Fanzini (a cura di), *Tecnologie e processi per il progetto del paesaggio. Reti e modelli distrettuali*, 2017.
37. Andrea Tartaglia, *Progetto e nuovo Codice dei contratti. Innovazioni nel processo edilizio*, 2018.
38. Roberto Ruggiero, *La versione di Rice. Cultura progettuale di un ingegnere umanista*, 2018.
39. Sergio Russo Ermolli (a cura di), *The Changing Architect. Innovazione tecnologica e modellazione informativa per l'efficienza dei processi / Technological innovation and information modeling for the efficiency of processes*, 2018.
40. Andrea Tartaglia, Davide Cerati (a cura di), *Il progetto di valorizzazione dei territori rurali metropolitani Proposte per il Sud-Abbatense / Design for the enhancement of metropolitan rural territories Proposals for the Sud-Abbatense*, 2018.
41. Oscar Eugenio Bellini, Andrea Ciaramella, Laura Daglio, Matteo Gambaro (a cura di), *La Progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca*, 2018.
42. Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Laura Daglio (a cura di), *Progettare Resiliente*, 2018.
43. Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (a cura di), *La Produzione del Progetto*, 2019.
44. Oscar Eugenio Bellini, *Student housing.2. Il progetto della residenza universitaria*, 2019.
45. Daniele Fanzini, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva (a cura di), *Project challenges: sustainable development and urban resilience*, 2019.
46. Eugenio Arbiziani, Eliana Cangelli, Laura Daglio, Elisabetta Ginelli, Federica Ottone, Donatella Radogna (a cura di), *Progettare in vivo la rigenerazione urbana*, 2020.
47. Sergio Russo Ermolli, *The Digital Culture of Architecture. Note sul cambiamento cognitivo e tecnico tra continuità e rottura / Notes on cognitive and technical change between continuity and disruption*, 2020.
48. Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia (a cura di), *Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale*, 2020.
49. Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Marina Rigillo, Renata Valente (a cura di), *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale / Adapting to the Changing Climate. Knowledge Innovation for Environmental Design*, 2020.
50. Paolo Debiaggi, Andrea Tartaglia (a cura di), *Lo sport per la rigenerazione urbana. Progetti per un centro natatorio a Milano - Porto di Mare / The use of sports for urban regeneration. Projects for an aquatic center in Milan - Porto di Mare*, 2020.
51. Oscar Eugenio Bellini, Matteo Gambaro (a cura di), *Vivere e abitare l'Università. Bilancio nazionale sulla residenzialità universitaria*, 2020.
52. Roberto Bologna, Mario Losasso, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (a cura di), *Dai distretti urbani agli eco-distretti. Metodologie di conoscenza, programmi strategici, progetti pilota per l'adattamento climatico / From Urban Districts to Eco-districts. Knowledge Methodologies, Strategic Programmes, Pilot Projects for Climate Adaptation*, 2021.
53. Sergio Russo Ermolli, Giuliano Galluccio, *Materia Prodotta Dato. Il valore dell'informazione nelle architetture del Renzo Piano Building Workshop / Matter Product Data. The value of information in the architecture of Renzo Piano Building Workshop*, 2021.
54. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Giovanni Castaldo, *Architettura e Ambiente. Dieci progetti 2015-2020 / Architecture and Environment. Ten projects 2015-2020*, 2021.
55. Laura Daglio (a cura di), *Virginia Galimberti Antonio Scoccimarro Architetti*, 2021.
56. Erminia Attaianese, Mario Losasso (a cura di), *La ricerca nella Progettazione ambientale. Gli anni 1970-2008*, 2022.
57. Federica Dell'Acqua, Claudia Sansò (a cura di), *Periferie e residenza pubblica in Italia. Gli anni 1945-2000. Progetti, processi, idee di città*, 2022.
58. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli (a cura di), *Dall'Ina-Casa alla Gescal. 15 quartieri milanesi*, 2023.

E-book

1. Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Laura Daglio, Mattia Federico Leone (a cura di), *Designing Resilience*, 2019.
2. Maria Azzalin, Eliana Cangelli, Laura Daglio, Federica Ottone, Donatella Radogna (a cura di), *Il progetto tra ricerca e sperimentazione applicata. Il contributo dei giovani ricercatori*, 2019.

E-book Open Access

1. Raffaella Riva (a cura di), *Ecomuseums and cultural landscapes. State of the art and future prospects*, 2017.
2. Daniele Fanzini, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva (a cura di), *Project challenges: sustainable development and urban resilience*, 2019.
3. Associazione culturale Urban Curator Tecnologia Architettura Territorio (a cura di), *Una strategia per il sud-est di Milano. L'hub di Rogaredo. Progetti, operatori, infrastrutture e valorizzazione ambientale*, 2020.
4. Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia (a cura di), *Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale*, 2020.
5. Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (a cura di), *Producing Project*, 2020.
6. Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Marina Rigillo, Renata Valente (a cura di), *Adattarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale / Adapting to the Changing Climate. Knowledge Innovation for Environmental Design*, 2020.
7. Paolo Debiaggi, Andrea Tartaglia (a cura di), *Lo sport per la rigenerazione urbana. Progetti per un centro natatorio a Milano - Porto di Mare / The use of sports for urban regeneration. Projects for an aquatic center in Milan - Porto di Mare*, 2020.
8. Roberto Bologna, Mario Losasso, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci (a cura di), *Dai distretti urbani agli eco-distretti. Metodologie di conoscenza, programmi strategici, progetti pilota per l'adattamento climatico / From Urban Districts to Eco-districts. Knowledge Methodologies, Strategic Programmes, Pilot Projects for Climate Adaptation*, 2021.
9. Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Giovanni Castaldo, *Architettura e Ambiente. Dieci progetti 2015-2020 / Architecture and Environment. Ten projects 2015-2020*, 2021.
10. Erminia Attaianese, Mario Losasso (a cura di), *La ricerca nella Progettazione ambientale. Gli anni 1970-2008*, 2022.
11. Federica Dell'Acqua, Claudia Sansò (a cura di), *Periferie e residenza pubblica in Italia. Gli anni 1945-2000. Progetti, processi, idee di città*, 2022.

Kintsugi Thinking è sintesi dialettica, provocatoria e reazionaria al tempo stesso, della trasposizione al settore delle costruzioni del principio che i Maestri Zen pongono alla base dell'antica arte giapponese dell'aggiustare - il *Kintsugi* - che consiste nel riparare pentole, tazze e ciotole utilizzando l'oro per rinsaldarne i frammenti di ceramica.

Prendersi cura di ciò che è stato danneggiato offre una nuova opportunità, una nuova promessa di vita da cui può derivarne una storia ancora più preziosa. *Kintsugi Thinking*, in questa prospettiva, esprime l'esigenza e l'urgenza di riflettere sull'attenzione dovuta agli habitat e all'abitare contemporaneo, al costruire, alle eredità ecologiche, alla svolta digitale in atto, al ruolo che in queste dinamiche svolgono l'informazione, la conoscenza, la responsabilità.

Attenzione che diviene preoccupazione per le generazioni attuali e future.

È metafora di centralità dell'uomo, resilienza, sostenibilità.

Assume e fa propri gli approcci del pensiero laterale, l'osservazione del problema da angolazioni diverse, non convenzionali, che consentono di esplorare idee, intuizioni, soluzioni fuori dal consueto dominio di conoscenza e dalla rigida catena logica.

Suggerisce le metriche e il passo per accompagnare un utilizzo pervasivo di approcci teorici, così come di metodi e strumenti applicativi in grado di istruire le azioni di conservazione e trasformazione.

Processi entropici che il *Kintsugi Thinking*, in una rinnovata etica dell'*homo faber*, chiama a confrontarsi con le sue quattro dimensioni ontologiche - quella dell'aver cura, quella ecologica, quella digitale, quella informazionale - indissolubilmente associate ad un grande progetto di manutenzione dell'ambiente costruito e di cura del pianeta.

Massimo Lauria

Architetto, PhD, è Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali dell'Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria.

Svolge attività di ricerca nel campo del progetto di trasformazione dell'ambiente costruito, del Building Construction, del Management del Processo Edilizio, con particolare attenzione alla fase di gestione del ciclo di vita degli edifici e delle connesse azioni di pianificazione e attuazione delle attività di Manutenzione.

Maria Azzalin

Architetto, PhD, è RtdA in Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria. Svolge attività di ricerca sui temi della Manutenzione edilizia e della valutazione del ciclo di vita degli edifici con riferimento agli studi sulla durabilità di materiali e componenti.

Temi oggi approfonditi e declinati all'interno delle tematiche connesse alla digitalizzazione del settore delle costruzioni e agli approcci Digital Twin.