



INGEGNERIA

L'Architettura è un'arte socialmente utile, culturalmente indispensabile, tecnicamente perfezionabile che si costruisce attraverso il progetto. Progetto-costruzione sono un binomio inscindibile. Solo se visto come momento e processo prima della costruzione, il progetto nelle sue varie fasi, nel suo iter e nel suo farsi attraverso molteplici discipline, acquista senso e significato, proprio in quanto non astratto, non autoreferenziale, non di vita breve se visto invece come semplice e pura rappresentazione grafica o render fine a se stesso. L'Architettura è figlia del proprio tempo e che se ne occupi una sola disciplina è un fatto puramente strumentale. L'Architettura è un tutt'uno. Questa piccola raccolta di contributi, esito di lezioni ex cathedra tenute nell'Università di Salerno da illustri e qualificati ospiti, riflette sostanzialmente quello che l'Architettura è: "sostanza di cose sperate" come ci ricordava Edoardo Persico e un insieme di conoscenze, di saperi, di "anime diverse" della disciplina stessa, ciascuna importante, fondamentale, ineludibile. Così nel presente volume le scelte compositive espresse da Giancarlo Piro e da Sandro Raffone e gli aspetti teorici enunciati da Enrico Dassori si integrano con quelli della innovazione tecnologica analizzati da Marco D'Orazio ed Elisa Di Giuseppe, da Mario Losasso, da Renata Morbiducci. Una nuova cultura della conservazione si occupa poi tanto del recente costruito alla scala urbana come argomenta Maria Carmela Frate che della singola opera, eminente icona del Modernismo come acutamente analizza Giulia Marino. Chiudono due saggi del curatore stesso Enrico Sicignano su temi eterni della disciplina, quali lo spazio, la luce, i complessi rapporti tra struttura e forma dell'Architettura. La scelta ha privilegiato, ma solo e soltanto per ragioni di contenimento editoriale, gli ultimi anni nei quali la disciplina, soprattutto per quanto attiene l'innovazione tecnologica, ha subito significativi cambiamenti e passi in avanti mentre pressoché inalterati restano i principi sui quali l'Architettura stessa da sempre si fonda, principi che coinvolgono la sua etica, sul come la si fa, sul come la si conserva, sempre mantenendosi coscientemente ben lontani dalle mode passeggera e dai fuochi di paglia.

Progettare, costruire, conservare l'Architettura

Progettare, costruire, conservare l'Architettura

a cura di Enrico Sicignano

RUBETTINO

ISBN 978-88-498-6576-9



9 788849 865769

€ 18,00

RUBETTINO

Collana Scientifica dell'Università di Salerno
Ingegneria

Progettare, costruire, conservare l'Architettura

A cura di Enrico Sicignano

RUBETTINO

Alla mia carissima e “grande” sorella Virginia

Enrico Sicignano

Introduzione

«La conoscenza non è un fatto, è un processo»

(J. Piaget)

Considero l'architettura un'arte socialmente utile, culturalmente indispensabile, tecnicamente perfettabile che si costruisce attraverso il progetto. Progetto-costruzione sono un binomio inscindibile. Solo se visto come momento prima della costruzione, il progetto, nelle sue varie fasi e nel suo farsi attraverso molteplici discipline, acquista senso e significato in quanto non astratto, non autoreferenziale, non di vita breve come semplice e pura rappresentazione grafica, *render* fine a se stesso. La costruzione vera e propria dell'opera implica l'allargamento e il coinvolgimento di chi opera di fatto (imprese, operai, artigiani, addetti ai lavori, tecnici, contabili, amministrativi, ecc...) di chi approva, di chi sorveglia, di chi controlla, di chi finanzia... soggetti tutti coinvolti in maniera sinergica paragonabile solo a quella di una orchestra.

Tra i tanti modi di insegnare, un valore aggiunto è certamente quello di avvalersi e dare spazio a contributi esterni di qualificati studiosi, esperti, ricercatori e colleghi di altri atenei e di altre comunità scientifiche. Da sempre, ascoltare più voci, anche sulla stessa tematica, non può che essere un arricchimento generatore di senso critico, della messa in atto di costruttive metodologie di raffronto, ecc... Da sempre sono da ammirare quei docenti che danno bibliografie ampie ai propri studenti su tematiche nelle quali essi stessi hanno studiato, scritto, pubblicato e in aggiunta ai testi di cui essi stessi sono autori... segno di grande apertura mentale e la capacità di vedere oltre. Ovviamente i preziosi contributi raccolti in questo volume a firma di riconosciuti studiosi, ricercatori, docenti sono solo una piccola parte di quanto è necessario, richiesto e dovuto per costruire una mentalità e una coscienza

progettuale, per educare e formare i giovani a Progettare, a Costruire, a Conservare l'Architettura. Non si tratta solo del conseguimento del titolo legale triennale o magistrale, l'aver svolto i crediti, superati gli esami, oltre che la tesi di laurea. Il dato giuridico-amministrativo del conseguimento del titolo è la condizione necessaria ma non sufficiente. La condizione sufficiente è data quando poi si acquisiscono tutte le competenze e le esperienze richieste a un bravo professionista. Solo l'esercizio continuo del mestiere, le tante difficoltà che si possono incontrare (economiche, amministrative, operative, a volte i momenti conflittuali con la stessa committenza o con altri soggetti) formano e forgiavano un vero professionista. Solo l'esperienza acquisita nel fare, alla fine, determina la forma mentis e la struttura etica e professionale definitiva di chi si accinge a operare. "Architettura" è un termine ampio, vasto, complesso, il cui significato entra nella storia e nel tempo dell'uomo, sempre inscindibile da fattori a essa apparentemente estranei quali quelli economici, politici, sociali, culturali. L'Architettura è figlia del proprio tempo e che se ne occupi una sola disciplina è un fatto puramente strumentale. L'architettura è un tutt'uno. All'inizio di ogni anno accademico, per farmi meglio comprendere dai miei studenti, paragono per analogia l'architettura all'organismo umano e spiego come tutte le discipline solo strumentalmente si differenziano tra di loro: Analisi Architettonica, Composizione Architettonica, Progettazione Architettonica, Progettazione Tecnologia e Impiantistica, Scienza e Tecnica delle Costruzioni, Urbanistica, Estimo, Valutazione Economica dei Progetti, ecc... In realtà esse parlano congiuntamente dello stesso edificio e della stessa opera che è fatta di tutte queste cose inscindibilmente insieme. Analogamente in Medicina e Chirurgia esistono l'Anatomia, la Cardiologia, l'Ortopedia, l'Oculistica, la Neurologia, ecc... ma non si sono mai visti un cuore o due occhi o un cervello da soli. Allo stesso modo non si è mai visto un capitello corinzio sospeso da solo nell'aria, ma sempre su una colonna e sotto un architrave, oppure un bullone e un dado della struttura in acciaio di un grattacielo vivere una sua vita autonoma. Da solo e decontestualizzato si trova solo in fabbrica o in officina. Aggregati insieme a tantissimi altri componenti essi contribuiscono invece a formare un'opera di Architettura. Di nessuno di essi si può fare a meno, in quanto organici al tutto, pena la perdita della vita dell'organismo edilizio. Oltre i dati fisici e materiali ci sono poi quelli immateriali: quali il *genius loci*, l'*idea concettuale*, lo spirito del proprio tempo, quello che la cultura tedesca chiama *Weltanschauung* i significati, i simboli, i messaggi palesi e non, la creatività e la poetica dell'autore. Questa piccola raccolta di contributi riflette poi sostanzialmente quello che l'Architettura è: «sostanza di cose sperate» (Edoardo Persico) e un insieme di conoscenze e di saperi di

“anime diverse” della disciplina stessa, ciascuna importante, fondamentale, ineludibile.

Questa multidisciplinarietà ci appartiene e ne siamo al centro, confermata dal fatto di avere invitato in momenti diversi questi studiosi e illustri ospiti a testimonianza del loro ruolo, dei loro contributi alla disciplina, tutti utili nel contribuire alla formazione di una mentalità progettuale. Così, le scelte compositive (Giancarlo Priori e Sandro Raffone) e gli aspetti teoretici (Enrico Dassori) si integrano con quelli della innovazione tecnologica (Marco D’Orazio ed Elisa Di Giuseppe, Mario Losasso, Renata Morbiducci). Una nuova cultura della conservazione si occupa tanto del recente costruito alla scala urbana (Maria Carmela Frate) che della singola opera, icona del Modernismo (Giulia Marino).

A onor del vero, guardando indietro, a più di un quarto di secolo di attività didattica, dobbiamo riconoscere e rendere noto che già altri autorevoli studiosi, altri grandi calibri, sono stati ospiti dei nostri corsi e hanno tenuto lezioni memorabili e indimenticabili.

La scelta attuale ha privilegiato, ma solo e soltanto per ragioni di “contenimento editoriale”, gli ultimi anni nei quali la disciplina, soprattutto per quanto attiene l’innovazione tecnologica, ha subito significativi cambiamenti e fatto passi in avanti. Inalterati, come le Tavole della Legge di Mosè, restano però i principi sui quali si fonda l’architettura, la sua etica, sul come sul come la si fa, la si conserva, lontani dalle mode o – parafrasando – dai «fuochi di paglia che vengono accesi ogni tanto qua e là, pseudo riferimenti nella notte buia, ma che non durano, non riscaldano e si spengono presto e da soli».

I miei ringraziamenti vivissimi vanno

- In primis per l’Università degli Studi di Salerno al mio Rettore Prof. Enzo Loia per avere magnanimamente dato spazio a questa pubblicazione;
- al Prof. Carmine Pinto, Presidente della Commissione Collana di Ateneo per analogo impegno e apertura;
- alla Dott.ssa Maria Rosaria Califano, Direttrice del Centro Bibliotecario di Ateneo, coadiuvata dalla Dott.ssa Giuseppina Pacileo le quali hanno curato con alta professionalità e competenza l’iter di approvazione, il referaggio ed i rapporti con l’editore;
- a tutte le Colleghe e i Colleghi che mi hanno gentilmente voluto onorare dei loro qualificati contributi;

- all'Arch. Emanuela D'Andria che con dedizione e passione ha raccolto i testi, li ha ordinati e ne ha curato la prima impostazione;
- a tutti i miei studenti di sempre che nel loro processo di conoscenza mi hanno involontariamente e segretamente spronato a ricercare, a studiare, a dare il meglio di me stesso.

Enrico Dassori

Riflessioni su architettura e tecnica

«L'ape fa vergognare molti architetti con la costruzione delle sue cellette di cera. Ma ciò che fin da principio distingue il peggiore architetto dall'ape migliore è il fatto che egli ha costruito la celletta nella sua testa prima di costruirla in cera. Alla fine del processo lavorativo emerge un risultato che era già presente al suo inizio nell'idea del lavoratore, che quindi era già presente idealmente»

(K. Marx, *Il Capitale*, vol. I).

A partire dal rilevamento di un bisogno, esplicito o implicito, un'architettura, che non sia esclusivo esercizio intellettuale, è pensata, concepita, progettata, costruita, mantenuta e, laddove non ritenuta rappresentativa di particolari valori memorativi, demolita.

Quello che è un vero e proprio ciclo, detto di vita quando progettato secondo i principi della sostenibilità, è un territorio complesso su cui ci si può affacciare secondo diverse prospettive.

La complessità (Cerrato, 1996) può essere identificata con «il territorio che sta fra ordine e caos», ove *ordine* (Treccani, 2016) è la disposizione regolare di più cose collocate fra loro secondo un criterio organico e ragionato e *caos*, saltando a piè pari oltre Talete, è il principio di tutte le cose, ciò che Anassimandro, per convergere su ciò che ci interessa, identifica con il termine *archè*.

L'ordine a cui abbiamo accennato attiene per noi al mondo reale individuato dalla presenza di manufatti tangibili: la *tèchne*.

Il percorso che porta all'architettura progettata e costruita interseca dunque due dimensioni: la *tèchne* che lavora sulle cose concrete, in sostanza quelle che puoi misurare, e l'*archè*, cioè quella radice che ci fa capire che verità, bellezza e bontà sono indomabili e da noi possono essere solo interpretate (Baiocchi, 2016).

La constatazione basilica e diffusa che il termine “architettura” sia composto da *archè* e *tèchne* comporta un effetto collaterale maldestramente aggirato da chi confonde la seconda con la Tecnica, la quale, in quanto «causa che conduce una qualsiasi cosa dall'essere non ente all'essere ente» (Platone, *Convivio*), trova invece in *archè* e *tèchne* i principi primi che la guidano: il bello, il vero, il buono.

Ecco il motivo per cui possiamo parlare di “architettura” e “tecnica” quali entità tanto prossime quanto ossimoriche laddove si tenta di coniugare il rifiuto di ogni teoria ontologica, nel nome di una presunta e indiscutibile libertà espressiva (Severino, 2003), con ciò che non può essere negato.

L'agire in architettura assegna alla tecnica il compito di far transitare le istanze funzionali e l'intenzionalità simbolica verso il manufatto fisico luogo della percezione, del linguaggio e della comunicazione; è un tratto in cui l'abilità pratica si contempera con la capacità di esprimere e comunicare esperienza sensibile: una visione del mondo che il pensiero architettonico moderno e contemporaneo interpreta in modo diverso rispetto al passato, trovandosi totalmente immerso nella clamorosa aporia del negare ogni teoria di verità e sostenendo contemporaneamente la necessità di dominare tecnicamente le componenti materiali della costruzione.

Architettura e tecnica sono dunque pienamente coinvolte nel gioco dell'emancipazione da ogni vincolo epistemico, gioco che oggi coincide con il trastullarsi di un mondo oscillante fra idea di tecnica come fatalità cui ubbidire e nostalgia per i modi della *poiesis* (Cacciari, 2000). Il fatto che la tecnica appartenga all'architettura, in quanto questa è determinata anche da fattori costruttivi, avrebbe dovuto rendere storicamente impossibile procedere senza il coinvolgimento organico delle due entità, ma la realtà si è rivelata diversa al punto che al principio di separazione tra forma e materia non sono mancati nel tempo diversi e illustri teorizzatori: «L'Architettura è un fatto d'arte, un fenomeno che suscita emozioni al di fuori dei problemi di costruzione. La Costruzione è per tenere su, l'Architettura è per commuovere» (Le Corbusier, 1922).

Dato certo è che la riforma del sapere in capo a Cartesio ha sostituito alla visione qualitativa delle proprietà degli enti naturali la considerazione puramente quantitativa delle proprietà dei corpi e la spiegazione causale-deterministica dei processi naturali. Il fatto che Cartesio abbia tracciato una netta demarcazione fra spirito e materia ha consentito di eliminare dalla natura qualsiasi aspetto qualitativo e finalistico per concepirne il mutamento in termini esclusivamente quantitativi e meccanici.

L'idea che tutti i fenomeni naturali abbiano natura meccanica ha fatto sì che architettura e tecnica abbiano trovato proprio nella ragione il luogo co-

mune rispetto allo stato di entità per certi versi esterne: se la tecnica è stata coltivata per scopi pratici, la morale è stata collocata tra i frutti più importanti dell'albero della conoscenza. Peraltro, se la conoscenza scientifica non viene perseguita solo per se stessa ma anche per la sua utilità vuol dire che se da un lato la scienza può dare un aiuto alla soluzione di problemi tecnici la ragione, dall'altro, può dirigere e orientare le insopprimibili passioni in funzione della migliore utilità soggettiva.

Il fulcro di questo ragionamento è l'affermazione del meccanicismo che dalla cosmologia e dalla fisica è arrivato a comprendere il campo delle scienze dei viventi. Tutto è relazione meccanica fra parti che entrano in contatto, e Cartesio, molto pragmaticamente, rimanda a una ghiandola endocrina posta alla base del cervello l'interazione fra anima e corpo.

È evidente che un modello di questo tipo ha reso apparente giustizia allo scollamento fra ragione e passione; contro la tradizione è costruita una teoria "scientifica" delle passioni che diventano misurabili e calcolabili. Il corpo cessa di essere lo specchio somigliante dell'anima per diventare l'espressione fisica delle sue passioni (Pigafetta, 2009). Questa è la differenza sensibile fra l'ideologia religiosa della Grecia unita, espressa dal Partenone, e la scienza delle sensazioni che leggiamo, ad esempio, nell'illuminismo visionario di Ledoux; a palesarsi è la differenza fra coscienza spontanea e coscienza critica (Caniggia, 1979).

Partendo dalla constatazione che il rapporto fra tecnica e architettura è fluito nel tempo senza mai prescindere dai condizionamenti socio-culturali, si osserva oggi che il dominio del relativismo razionale rende impossibile l'assunzione di fatti o situazioni come migliori o superiori rispetto ad altri. La determinazione di priorità, infatti, appartiene alla sola prospettiva del ragionamento scientifico classico che, sviluppando il processo di osservazione, deduzione, teorizzazione e sperimentazione empirica, ritiene di essere conformato a criteri universali che incorporano la razionalità.

La sensazione oggi prevalente è quella di un mondo prigioniero della rigida distinzione fra scenari "umanistici" e governo della tecnica, di un mondo ove il tempo dell'uomo, misurato alla macroscale, sia inevitabilmente diviso fra un pre e un post tecnologico. Ciò che fino a Galilei e Cartesio era una complessiva e coerente declinazione del sistema logico-formale, disegnata fra incrinatura di vecchi equilibri e ricerca di nuovi, diventa un vasto orizzonte di scelta: la formalizzazione della scienza moderna separa contestualmente forma e contenuto, indirizzando l'architetto primariamente sul versante del sentimento, dell'emozione e dell'interpretazione psicologica.

Se, alla luce degli accadimenti passati, escludiamo che la tecnica sia un utensile di servizio dominato dalla nostra volontà o, ancora, che sia una entità

neutrale elargitrice di mezzi sul cui utilizzo è l'uomo a decidere in forza dei suoi valori etici, possiamo riflettere su alcuni di quei momenti del progetto ove l'intersezione fra architettura e tecnica, nello sviluppare tutta la sua pregnante significazione, rivela i tratti di un rapporto solo apparentemente fluido e scontato. Affermazione, questa, che muove dalla palmare eterogeneità metodologica e dalla oggettiva divergenza dei criteri di validazione delle due entità. Paradigmi formalizzati, prima che si affermi il principio delle "sensate esperienze", nello *iuxta propria principia* con cui Bernardino Telesio spinge a superare l'indagine condotta con la ragione aristotelico-scolastica che procedeva per via deduttiva da principi o verità considerati assoluti in quanto garantiti da due autorità incontrovertibili e totalmente affidabili: La Rivelazione biblica e Aristotele (Timossi, 2018).

Architettura e tecnica, dunque, si trasfigurano nel progressivo mutare degli equilibri fra sentimento e ragione nella misura in cui la prima è specchio dell'evoluzione della società e la seconda deriva dalla carenza di equipaggiamento dell'uomo che rappresenta il tratto costitutivo del suo essere nel mondo privo di istinti specializzati (Gehlen, 1957).

Premesso questo orientiamo le nostre riflessioni trattando, nell'ordine, della rappresentazione, dell'analogia allusiva delle componenti tecniche, dei materiali, del tendere all'immateriale.

Il disegno consente di comprendere un'opera architettonica nella sua completezza o nel particolare dei suoi elementi costruttivi ed è naturale strumento di analisi conoscitiva e sintesi comunicativa. Astraendoci dalla sua dimensione pratico-tecnica cerchiamo di cogliere ciò che lo coinvolge nell'idea stessa di architettura.

Se escludiamo che l'identità dell'architettura sia quella di "arte meccanica", pur essendo convinti allo stesso tempo della sua dipendenza dalla funzione e dalla finalità costruttiva, neghiamo implicitamente che l'attività dell'architetto sia assimilabile *tout-court* a quella dell'artista, mosso nel suo agire da uno spirito passionale forgiato nella tempesta delle emozioni. Tuttavia, il fatto che sia improbabile pensare a un manufatto edilizio del tutto privo di intenzionalità simbolica indirizza a un'idea di architettura-arte che contempera l'abilità pratica con quella di esprimere l'esperienza sensibile.

La sintesi comunicativa della rappresentazione esplicita questa doppia abilità, al punto che è del tutto sconveniente, se non impossibile, parlare del disegno separandolo da un ancorché minimo ragionamento sulle dinamiche del progetto.

Il fatto di essere critici rispetto alla visione crociana di arte (*architettura*) come *intuizione pura*, non ci impedisce di assumere che l'atto iniziale di un

qualsiasi “pensiero architettonico” sia rappresentabile come un passaggio, da interno a esterno, incentrato sul rapporto fra *intuizione* ed *espressione*. La questione concerne evidentemente la modalità con cui questo passaggio avviene. Due punti sono ora centrali: intuizione ed espressione appartengono a entità (*interno* ed *esterno*) la cui incomunicabilità dipende solo da una classificazione empirico-naturalistica, l’intuizione è all’atto stesso espressione, stante che, ancora Croce, «Un’immagine non espressa [...] è cosa inesistente». In questi termini va da sé che intuizione ed espressione diventano una identità inseparabile all’interno della quale è difficile, e forse impossibile, individuare quale sia tra i due l’evento generatore.

Per comprendere la “necessità” del disegno dobbiamo ora richiamare una terza entità, la *comunicazione*, che è ben distinta dalle altre due e concerne il fissamento dell’intuizione-espressione in un oggetto che diremo materiale.

Scrive Croce:

È chiaro che la poesia è già intera quando il poeta l’ha espressa in parole, cantandola dentro di sé; e che, col passare a cantarla a voce spiegata per farla udire agli altri [...], o a metterla in segni di scrittura e di stampa, si entra in un nuovo stadio, certamente di molta importanza sociale e culturale, il cui carattere non è più estetico ma pratico.

Il disegno, allora, appartiene all’architetto sia quando è l’immagine dell’intuizione (espressione) sia quando, nell’esecuzione operata attraverso le sue regole, è tecnica a uso dell’azione pratica.

Leon Battista Alberti, con i suoi principi “prescrittivi”, ci offre spunti estremamente concreti in questo senso:

Tra l’opera grafica del pittore e quella dell’architetto c’è questa differenza: quello si sforza di far risaltare sulla tavola oggetti in rilievo mediante le ombreggiature e il raccorciamento di linee e angoli; l’architetto invece, evitando le ombreggiature, raffigura i rilievi mediante il disegno della pianta, e rappresenta in altri disegni la forma e l’estensione di ciascuna facciata e di ciascun lato servendosi di angoli reali e di linee non variabili: come chi vuole che l’opera sua non sia giudicata in base a illusorie parvenze, bensì valutata esattamente in base a misure controllabili.

Senza pretesa di verità possiamo convenire che l’idea di architettura ha bisogno del disegno; anzi, il loro legame è talmente stretto da rendere impossibile una qualsiasi divaricazione delle rispettive vicende, storicamente intrecciate ben oltre lo scontato riconoscimento del rapporto strumentale che li lega in quanto fine e mezzo.

Per esplicitare questo intreccio guardiamo il disegno dalla parte dell'architettura o, meglio, dalla parte dell'architetto in quanto attore delle trasformazioni dello spazio. Egli, attraverso il disegno, rappresenta una realtà costruita o, come abbiamo appena detto, dà corpo a un'idea traendola dal recesso della sua immaginazione.

Ancora Alberti, quando afferma che «[...] l'architettura nel suo complesso si compone del disegno e della costruzione», definisce con estrema precisione il ruolo del disegno, la cui funzione, propedeutica alla costruzione, introduce quell'idea di progetto che costituisce l'innovazione sensibile dell'Umanesimo.

Durante lo sviluppo del progetto il disegno è inseparabile compagno di viaggio dell'architetto. Progettando egli compie un'azione che, guardando alla metafisica delle *sostanze* cartesiane, possiamo rappresentare come atto visibile teso a trasferire la *res cogitans* alla *res extensa* internamente al processo di transito dei contenuti emozionali e fattuali dal mondo interiore a quello esterno.

Il progettare, gesto concreto e cosciente del progetto, si sviluppa attraverso una dinamica assai complessa, dove la strumentalità del disegno è chiamata a dipanare la fitta trama di relazioni che si instaura fra quanti vi partecipano. L'agire del disegno consiste principalmente nella costruzione di efficaci modelli di comunicazione propedeutici allo sviluppo dialogico dei diversi contributi.

L'architetto inventa "parole" per significare funzioni ed emozioni (Eco, 1968) e il suo immanente bisogno di comunicare, a se stesso e agli altri, rende realistico immaginare una quasi perfetta sovrapposizione fra disegno e progetto. In questo modo si fa strada un significato complesso della parola disegno che è «[...] nello stesso tempo progetto e anche rappresentazione del progetto ai fini della sua comunicazione per la realizzazione ma anche rappresentazione delle intenzioni di senso del progetto stesso» (Gregotti, 2010). Se l'immagine del disegno è quella di "espressione del possibile", risulta evidente che per spiegare i termini della sua relazione con il progetto non è sufficiente lo scontato modello logico che interseca idea e rappresentazione. Il postulato che possiamo ricavare è che la costruzione riposa interamente nel disegno, da cui discende che il disegno, in quanto oggettivizzazione del sistema logico-formale, è per sua natura concepito nella mente.

In senso lato, riprendendo la metafora del disegno come scrittura del *pensiero* (architettonico), possiamo ulteriormente concludere che l'intervento del disegno, attivando il processo comunicativo del pensiero verso l'esterno, trasforma quest'ultimo (il dialogo interiore dell'architetto) in *discorso*. Generalizzando, il disegno diventa l'aspetto formale (dialettico) del pensiero.

L'ipotesi platonica che pensiero e discorso coincidano ci fa comprendere quanto i modi del disegno risultino determinanti per ridurre il campo delle

potenziali interpretazioni nel delicato passaggio fra i due stati e per minimizzare la distanza fra immaginato e rappresentato.

Per esercitare la sua funzione il disegno utilizza codici comunicativi diversi che sono dettati dalla molteplicità delle forme di rappresentazione di cui l'architettura necessita. Più precisamente la diversità dei codici è l'immagine esplicita del progetto che si sviluppa, nei suoi diversi livelli, come crocevia fra dimensione strumentale e anima espressivo-figurativa dell'architettura.

A questo punto dovrebbe essere chiaro che il disegno, più propriamente per noi il disegno di architettura, trascende la funzione meramente strumentale per diventare solido sostegno della trasformazione in oggetto reale del pensiero astratto; metamorfosi che costituisce il passaggio fondamentale del processo progettuale. La potenza del disegno, nel suo essere comunque finzione, consiste nella doppia capacità di comunicare intenzionalità tecnica, indispensabile per l'architettura che deve essere sempre costruita, e tensione spirituale, che è sempre determinata da una autentica architettura (Vagnetti, 1958). Disegnare significa far dialogare pensiero e immagine in modo che il primo possa transitare nella oggettività della soluzione costruttiva.

Tornando alla coniugazione disegno-progetto, e volendo rappresentare in concreto l'idea gregottiana del disegno anticipatore di senso, proviamo a riconoscere quelle che potrebbero essere considerate macro-fasi del processo (intellettuale) di elaborazione del progetto: veri e propri passaggi formali a cui riferire aspetti paradigmatici della rappresentazione anche nella sua funzione squisitamente strumentale.

Allo scopo scegliamo di ricorrere al contributo del settecentesco *étienné-Louis Boullée*; lo facciamo attraverso la sintesi che Aldo Rossi ha elaborato introducendo un suo saggio sull'architetto francese.

Rossi legge l'architettura del *visionario* alla luce di un paradigma logico che ha la forma della successione: «Un nucleo emozionale di riferimento, la costruzione di un'immagine complessiva, l'analisi tecnica, la ricostruzione dell'opera».

Lo spirito di una così precisa formalizzazione, quella che in chiave tecnica chiamiamo una "procedura operativa", elabora ed estremizza la complessa dialettica fra razionale e irrazionale secondo il tipico modello illuminista. Nei tratti così rappresentati della "scienza estetica" troviamo numerosi e significativi spunti per quanto stiamo cercando di dire, stante che nei disegni di Boullée percepiamo con estrema chiarezza la potenza del *nucleo emozionale* di riferimento che riverbera nella forza della comunicazione, il tutto reso nella *costruzione dell'immagine* complessiva così come è arrivata fino a noi.

Rappresentazione, nel lessico kantiano, e disegno, dunque, costituiscono l'essenza del progetto in quanto stato dell'ideazione e mezzo per codificare

e decodificare la comunicazione dell'idea originale ai fini della sua visibilità pubblica e della realizzazione dell'architettura.

Ciò che dovrebbe rimanere di queste considerazioni è che il gioco della rappresentazione è tanto complesso quanto affascinante; esso si sviluppa dal profondo dell'interiorità personale per arrivare alla esplicitazione dell'idea attraverso la tecnica di disegno ritenuta più appropriata. È evidente che anche gli aspetti strumentali del disegno, per quanto ancorati alla teoria scientifica della geometria proiettiva, sono affatto innocenti, in quanto generatori di simboli, ai fini della trasmissione del senso del progetto.

Nella dinamica complessiva della progettazione la comunicazione si articola utilizzando codici interni (l'architetto parla a se stesso adattando lo strumento grafico ai meccanismi della più intima introspezione) e codici esterni (l'architetto espone al mondo con forme di rappresentazione strutturate e convenzionali) che si interfacciano con i codici di lettura di chi si pone di fronte all'esito del progetto con spirito in qualche modo critico. L'intreccio è tale per cui solo una qualche condivisione dei codici, tutt'altro che scontata soprattutto nella decodificazione delle funzioni seconde, quasi sempre intenzionalità non quantitative, può garantire un minimo di congruenza fra intenzioni originali e percezioni finali.

Si potrebbe convenire che gli effetti pratici della rappresentazione, in sostanza effetti della comunicazione sul comportamento, dipendono da ciò che accade nel percorso che collega ciò che è immaginato dal progettista con quanto è recepito dal fruitore della comunicazione; è un problema di verità, ed è oggettivo, per l'impossibilità di annullare tutte quelle ambiguità che il disegno risolve solo minimamente, che non si possa andare oltre quella che Hume chiama la "verità probabile"; una verità che è il risultato delle *abitudini* e delle *sensibilità*, in una sola parola della *percezioni*. L'apertura degli occhi per osservare il disegno di una architettura implica il richiamo di tutti i dati di memoria immagazzinati e la richiesta di tutte quelle classificazioni occorrenti affinché i dati sensoriali possano tradursi in stimoli percettivi (Gregory, 1986).

Ora, ammettendo che le percezioni siano rese per interferenza da dati forniti dai sensi e immagazzinati nella memoria, diventa impossibile disgiungere la questione della rappresentazione da quella, più generale, della teoria della conoscenza.

Il fatto che l'analisi tecnica del progetto e la ricostruzione dell'opera afferiscano alla dimensione propriamente razionale del progetto sembrerebbe allentare la loro dipendenza dai fattori percettivi; sarebbe tuttavia sbagliato non riconoscere anche alla fase di sviluppo tecnico un significativo contributo all'approfondimento e al perfezionamento preventivo dell'immagine comples-

siva. La pretesa estraneità dell'immaginazione al realismo della tecnica rischia di compromettere la possibilità che il nucleo emozionale possa effettivamente trasformarsi da architettura disegnata ad architettura costruita. Per certi versi, e cioè per particolari modalità di approccio al progetto, si potrebbe addirittura sostenere che la costruzione dell'immagine complessiva possa in qualche misura essere sintesi di un primo livello di approfondimento tecnico con il rischio che il prevalere della memoria tecnica sia in qualche modo limitativo alla formazione del nucleo emozionale e quindi riduttivo della capacità di immaginazione.

L'azione strumentale dell'architetto, che si sviluppa immediatamente a valle di quello stato della mente che è l'idea, deve dunque fare i conti con l'intermediazione del disegno e, in ultima analisi, tutto ciò che è rappresentazione si potrebbe sostanziare, nel progetto, in ciò che attua il trasferimento dall'idea (il sentimento) all'opera (la ragione).

Ritornando alla congruenza fra progetto e disegno potremmo anche concludere che se la sua funzione è rendere comprensibile all'uomo i concetti astratti (Braghieri, 2012), al disegno va riconosciuta una significativa capacità persuasiva, estesa al punto da configurare la rappresentazione come vera e propria arte retorica.

Abbiamo visto come Alberti, con la forza propria dell'Umanesimo, rifletta sistematicamente sulla funzione e sui principi delle arti. I suoi *principia* superano la visione tecnico-speculativo-descrittiva propria del Medioevo, e il suo linguaggio, anche nel caso in cui soggetto è il disegno, è di tono normativo. Lo spartiacque che traccia fra "illusorie parvenze" e "misure controllabili" è un pensiero di tale efficacia da poter essere consapevolmente assunto come contributo per ragionare, oggi, intorno alla contaminazione del disegno con le tecnologie digitali e, più in generale, con il mondo virtuale.

Scrivono Luigi Vagnetti: «[...] un'opera architettonica di grande valore può essere rappresentata da un cattivo disegno, mentre con un ottimo disegno è possibile rappresentare un'Architettura mediocre o anche assai scadente».

Indipendentemente da quelli che possono essere i riferimenti di valutazione estetica, Vagnetti, ben lontano dall'avvento dell'era informatica, pone la questione della relazione fra rappresentazione e rappresentato, nelle due attribuzioni della somiglianza e della efficacia, ove la prima attiene al concetto di contenuto informativo della rappresentazione in risposta al quesito sulla riproducibilità fedele dell'architettura e la seconda alla presenza nella rappresentazione dei contenuti dell'architettura.

Se incrociamo l'aforisma di Vagnetti con l'affermazione di Maldonado: «Ogni civiltà ha un suo sistema di rappresentazione e la nostra ha fatto una

sceita precisa: un sistema che produce su scala planetaria immagini destinate ad essere vissute, secondo alcuni, come più reali del reale stesso», ci troviamo a riflettere su quanto le “illusorie parvenze” dell’Alberti siano la più efficace rappresentazione della possibile deviazione del disegno dalla virtuosa ricerca dell’immagine oggettiva alla virtuale creazione di suggestioni. Ci riferiamo evidentemente alla pervasività delle modellazioni tridimensionali quando sono ostentazione di sfolgoranti immagini renderizzate, o eleganti dinamiche di animazione, avulse da una solida struttura proiettiva che le leghi in una effettiva corrispondenza biunivoca con il soggetto rappresentato (Candito, 2007).

Peraltro la necessità, in fase di studio e di esposizione, di ricorrere a rappresentazioni tridimensionali deriva dal bisogno di rendere a priori una visione compiuta dell’architettura. Questo bisogno, che spinge alla ricerca di risultati figurativi che siano il più vicino possibile all’immagine retinica, coinvolge da sempre l’architetto che è per sua natura interessato a minimizzare quella distanza fra immaginazione e comunicazione cui si è accennato.

L’approccio critico a una certa rappresentazione tridimensionale digitale ci fa tornare alla valutazione degli aspetti propriamente percettivi del disegno. In particolare ci riferiamo alla tendenza a esasperare la visione fino alla restituzione di architetture non più semplicemente rappresentate nella loro realtà, ma annunciate nelle loro intenzioni attraverso effetti grafici estetizzanti. L’esito di questa esasperazione è la totale mistificazione dell’obbiettivo comunicativo che, molto spesso, tradisce la ricerca della somiglianza a favore della rappresentazione dell’inverosimile.

Se l’enfaticizzazione degli effetti illusionistici tridimensionali diventa processo di finzione della progettazione, dobbiamo ammettere la sconfitta dell’architetto proprio nella sua funzione di comunicatore delle intenzioni di senso del progetto.

Adolf Loos ammetteva l’impossibilità dell’architettura a essere rappresentata nel piano, ma si scagliava con veemenza contro la logorrea figurativa, fine a se stessa, del decoratore grafico.

Se attualizziamo il pensiero di Loos possiamo rilevare, per alcuni con eccessivo pessimismo, per altri con sano realismo, che la “logorrea figurativa” di certe rappresentazioni non è neppure fine a se stessa, ma, cosa assai peggiore, è orientata al consumo di un’architettura il cui valore figurativo ha come unica cifra il mercato.

Guardiamo ora al modello del corpo-macchina formulato da Cartesio, modello secondo cui le espressioni possono essere interpretate come esplicitazione delle passioni, per introdurre il secondo argomento.

In sostanza, coerentemente con l’*esprit* razionalista, si sviluppa un rapporto fra interno ed esterno giocato sulla dipendenza fra psicologia e fisiologia. Il

concetto ci è più chiaro se coinvolgiamo nel nostro ragionamento pittura, scultura e musica le quali sono in grado di esprimere univocamente stati d'animo attraverso pure manifestazioni anatomiche (la fisiognomica) o matematiche (il tempo e il tono). Non è necessario saper dipingere o saper suonare per cogliere allegria, terrore, serenità... in un volto disegnato o in una esecuzione musicale.

Per l'architettura la questione è assai più complicata essendo per nulla scontata la capacità di un manufatto edilizio a produrre sensazioni o, ancor di più, a far sì che le sensazioni prodotte siano quelle che erano nelle intenzioni di chi il manufatto ha pensato. L'esplicitazione delle passioni avviene in architettura per analogia indiretta e allusiva, resa attraverso una qualche autoregolamentazione geometrica (superficiale o volumetrica) e, soprattutto, attraverso il complesso delle componenti tecniche necessarie a materializzare la costruzione. Componenti tecniche sono per noi l'insieme dei fattori fisicamente individuati che compongono la costruzione e che concorrono a definirla sotto l'aspetto funzionale e formale. Sono componenti tecniche innanzitutto i materiali, con la loro potenzialità tattile e visiva, e quindi tutti quegli oggetti, gli elementi costruttivi quali attuazione economico-tecnica dei materiali, che, portanti o portati, costituiscono l'apparato sistemico strumentale alla costruzione.

Costruzione di analogie indirette e formazione di percorsi allusivi motivano dunque il bisogno del *progetto* quale atto organizzatore, anche tecnico, della volontà espressiva tesa a raccordare passioni e sensazioni.

Nulla è però scontato se consideriamo la difficoltà oggettiva che deriva da un processo in cui gli interlocutori sono molteplici e la loro comunicazione utilizza linguaggi e codici semantici fra loro spesso incoerenti.

Se immaginiamo uno dei possibili percorsi di questo processo possiamo convenire che un primo passaggio sia interno al progettista il quale, affidandosi, come abbiamo detto, alla mediazione della rappresentazione, compie un atto di sintesi per trasformare il suo pensiero in segni; successivamente l'atto di sintesi si esplicita ulteriormente quando questi segni si materializzano con la scelta di elementi tecnici che, per loro natura, devono razionalmente equilibrare anche parametri fisico-economici. A questo punto si pone una doppia valutazione da parte di chi l'architettura dovrà viverla: la prima insiste sulla rappresentazione virtuale del progetto, la seconda, ulteriormente mediata dall'atto costruttivo, riguarda il manufatto edilizio nella sua consistenza reale e nel suo relazionarsi con l'ambiente e la cultura collettiva che lo ospitano.

Il progetto (e quindi il suo autore o i suoi autori) è tramite fra la cultura ereditata e l'esistenza propria del manufatto il cui carattere produce effetti sull'animo di utenti che rispondono alle diverse sollecitazioni in termini, come sappiamo, di *percezione*. La passione, mediata dalla razionalità allusiva degli elementi tecnici

e degli strumenti di rappresentazione, viene dunque letta attraverso il richiamo alle abitudini e alla sensibilità della molteplicità dei fruitori.

Un esercizio complesso che ben rappresenta l'elevata aleatorietà di un processo che parte dall'*idea* (riflessione sulla passione) per arrivare all'*impressione* (quando i sensi ci trasmettono le immagini delle cose).

In altri termini l'architetto, nel suo agire, vive una doppia realtà che si manifesta in quella che viene chiamata libertà espressiva e in quelli che sono i vincoli fisici ed economici, non necessariamente ostativi, che la tecnica può porre nel passaggio dalla proposizione emozionale al complesso delle scelte costruttive che tale emozione rendono percettibile.

Il tema, in estrema sintesi, sembra porsi in ordine alla combinazione di essenza e apparenza, alla luce delle trasformazioni diacroniche degli apparati tecnici e della sensibilità percettiva, dalla riflessione sulla percezione sensibile e sul bello. Modello che possiamo considerare operante fino al costituirsi dell'estetica come disciplina autonoma.

Sappiamo, peraltro, che l'architettura, doppiamente vincolata alla ragione funzionale e al suo essere costruzione, non può affrancarsi dallo scopo per diventare esclusivamente oggetto artistico di contemplazione.

Sono i materiali a essere strumentali al passaggio dall'immagine al concreto e alla ricostruzione dell'immagine nella sensibilità del soggetto che percepisce l'architettura.

L'*architetto* valuta la materia come materiale architettonico in virtù delle peculiarità che vi riconosce, formulando un giudizio tipologico che raggruppa quanto di intrinsecamente comune in termini di potenzialità meccanico-tecniche e figurative. Nell'operare questo riconoscimento l'architetto esercita anche una attitudine *economica*, nel senso crociano di filosofia pratica che studia le azioni utilitarie, che traduce istantaneamente in capacità *tecnica* (Maretto, 1973).

Possiamo dire che i materiali, o meglio i tipi di materiale, rappresentino una prima sintesi *tecnologica*, sintesi che diventa funzionale alla costruzione nel momento in cui è riconosciuta loro una vocazione ontologica, a costituirsi strumentalmente come sistema; in origine un sistema indistinto, finalizzato alla costruzione nella sua accezione elementarmente più ampia e globale, all'interno del quale è evidente la immediata predominanza di attitudini costruttive destinate a garantire la sicurezza statica. Il termine *tecnologico* è qui usato nel suo significato etimologico di logico-tecnico che racchiude il giudizio tipologico (logica) potenzialmente strumentale (arte/tecnica).

Il materiale non ha di per sé alcuna forma, ma le forme, quasi sempre, dipendono da esso. In epoca pre-industriale, prima che la tecnica si sviluppasse in

tutta la sua pervasività, era nella coscienza che le diverse *materie* possedessero delle *habilità*. Queste, per natura, erano anticipatrici di utilizzi e configurazioni che attribuivano ai materiali una sorta di forma implicita: «Non si può creare con qualsiasi materiale qualsiasi forma [...] non è molto lodevole cosa che l'architetto tenti di fare violenza alla materia: in modo che egli pensi di ridurre sempre a voler suo le cose create dalla Natura, per volerle dare quelle forme che egli vuole» (Scamozzi, 1615).

I materiali possono essere guardati secondo due categorie di valutazione affatto distinte fra loro: la prima, riferita alle loro caratteristiche “quantitativamente misurabili”, li definisce in quanto destinati alla costruzione fisica dell'edificio; la seconda, in riferimento alle loro vocazioni *figurative*, li rappresenta secondo la discrezionalità delle potenziali valenze espressive.

La sintesi “architettonica” fra le due categorie è resa dal termine “tettonica” che, nella sua accezione più ampia, indica la rappresentazione attraverso gli strumenti concreti dell'architettura dell'idea di costruzione (Braghieri, 2013). La tettonica cuce il significato meccanico di costruzione con il valore aggiunto della volontà di forma, annullando, di fatto, ogni fuorviante distinzione fra componenti costruttive e figurative.

Insistendo sull'identità contemporaneamente funzionale e simbolica dell'architettura si potrebbe dire che i materiali esplicitino, in forma innata, proprietà tecnico-strumentali e proprietà retoriche. Si tratta di categorie operanti che l'architetto, integrandole appunto nella suggestione tettonica, declina secondo un gioco sintattico le cui regole, coerentemente con il principio di inarrestabilità dei processi di risignificazione, mutano in continuazione.

Come il ciclo storico dell'architettura ci rappresenta, il continuo progredire della tecnica e le mutazioni del senso e della percezione del linguaggio rendono le possibili tesi sui materiali quanto mai adattabili alla configurazione della realtà costruita e alla strutturazione della comunicazione delle idee.

È evidente che se definiamo un materiale come *architettónico*, cioè lo consideriamo nella sua potenzialità di tramite fra intuizione ed espressione, e quindi fra comunicazione e costruzione, lo dobbiamo valutare in quella assoluta completezza di angolazioni che è la completezza del giudizio *tecnologico*.

È fuori di dubbio che i materiali siano la *materia* con cui si costruisce un edificio, ma il loro rapportarsi con l'universo dell'architettura è stato ed è più controverso di quanto si possa ragionevolmente pensare. Se è indiscutibile che dalle loro proprietà tecnico-strumentali non si possa prescindere, occorre comunque capire se esse rappresentino, a priori, il fattore esterno che determina i contenuti dell'architettura. Questo passaggio può risultare ambiguo alla luce dell'associazione simbolica di certi materiali con la linguistica di alcuni periodi

o con la memoria di luoghi geografici di cui costituiscono riferimento storico se non immagine e tradizione.

Ragionando di materiali e architettura è naturale cogliere il deciso cambio di prospettiva che si precisa nel passaggio fra '700 e '800. Sono anni ricchi di tutte quelle "novità" che la sintesi del pensiero illuminista imponeva attraverso la mutazione dei paradigmi della scienza e della tecnica. Un processo di relativizzazione che sappiamo compiersi definitivamente quando il sentimento diventa facoltà a sé rispetto all'esercizio della pratica. Questo, nel bene e nel male, è il cambiamento reso inevitabile da eventi di ordine superiore ai quali nessuna manifestazione del vivere civile, tantomeno l'architettura, si è potuta in alcun modo sottrarre.

Fino a tutto il XVIII secolo l'architettura non dispone di molti materiali e tutte le sue intenzioni, attraverso l'applicazione dei magisteri costruttivi, nascono dall'utilizzo di materiali che diventano materiali edilizi in seguito a lavorazioni preparatorie dei singoli componenti (pietra e legno) o attraverso arcaici processi di produzione a caldo (mattoni e conglomerati). Nel tempo si sono alternati periodi in cui i magisteri costruttivi hanno mostrato significativi miglioramenti, a periodi caratterizzati, invece, da evidenti arretramenti nelle capacità produttive e nelle abilità esecutive.

Pochi materiali, ma evidentemente più che sufficienti se consideriamo il complesso della produzione edilizia e architettonica realizzata fino alla metà del XIX secolo. Gli usi della pietra, del mattone e del legno si moltiplicano in infinite applicazioni che, molto spesso, distraggono la vicenda tecnica da quella figurativa, come se non avessero di per sé né impedito né favorito lo svolgersi dell'architettura nei modi e nelle forme giunte fino a noi (Zevi, 1979).

In un clima di evidenti contraddizioni, dove il mito della razionalità settecentesca si sviluppa fra elaborazione conservativa della tradizione e affermazioni rivoluzionarie, la posizione degli architetti è variegata; da Bertotti Scamozzi, che esegue la misurazione delle opere di Palladio con lo scopo di ricondurre ai «veri principi della bellezza dell'architettura», a John Soane che matura una concezione teorica sintesi di estetica convenzionale (l'*ornamento*), precoce funzionalismo (la *pianta*) e fede nel progresso tecnologico (i *materiali*).

All'interno di queste posizioni limite, che definiscono un intervallo dove spesso sembrano prevalere problemi fittizi, si registra un accumulo di esperienze che rimangono tali fino alla scossa definitiva data ai principi tradizionali dalla diffusione di idee progressiste e innovatrici. Ad agire, come sappiamo, è quel fenomeno, confinato dagli storici sociali ed economici fra il 1760 e il 1830, che il linguaggio comune, proprio per la sua repentinità e il suo portato, ha definito Rivoluzione industriale.

Gli esiti sull'architettura di questa temperie socio-economica sono di diversa natura. Pur senza una esplicita dichiarazione di discontinuità rispetto agli eccessi simbolici e formali allora in atto, si riscontrano cambiamenti irreversibili innanzi tutto nel rapporto fra architettura e società. Nella fattispecie del nostro argomento tali cambiamenti riguardano la razionalizzazione delle lavorazioni sui materiali tradizionali, le applicazioni stereometriche, e la proposizione di nuove forme strutturali rese possibili dalla disponibilità di nuovi materiali: i metalli, il vetro e, nel momento in cui diventerà il legante di un nuovo conglomerato con caratteristiche meccaniche finalmente significative, il cemento.

A partire dagli ultimi trent'anni del '700 sono soprattutto i progressi in campo metallurgico ad allargare l'orizzonte del progetto. La disponibilità in quantità significativa di materiali di origine ferrosa a basso contenuto di carbonio, adatti a formare componenti strutturali monodimensionali collegabili fra loro, apre la strada alla reinterpretazione dei temi "classici" e allo sviluppo di nuove applicazioni soprattutto in opere infrastrutturali.

Il materiale metallico, icona delle mutazioni sociali e dei progressi scientifici in campo chimico, fisico e della resistenza dei materiali, irrompe sulla scena dell'architettura soprattutto in funzione dei nuovi tipi edilizi, i cui archetipi spaziali si caratterizzano per la dilatazione degli spazi liberi e l'originale rapporto con la luce naturale. La diffusione su larga scala delle superfici traslucide formalizza l'ingresso del vetro nei possibili materiali "architettonici", offrendo all'architettura il tema della "trasparenza" come nuovo fronte simbolico (Giachetta, 2013).

Ghisa, ferro e acciaio attraversano il XIX secolo facendo leva sul costante miglioramento delle loro caratteristiche. Con un semplice gioco di sovrapposizione possiamo rilevare che tali progressi evolvono con una cadenza temporale a cui, in campo filosofico, corrisponde il succedersi di Illuminismo, Romanticismo idealista e Positivismo, aree del pensiero delle quali è noto il portato anche sui modi della coeva architettura.

Nella congerie di teorie, sperimentazioni e iniziative imprenditoriali che animano l'attività edilizia nell'Ottocento si inserisce il rinnovato interesse per l'utilizzo dei conglomerati. Fino ad allora, escludendo le applicazioni romane alle strutture voltate e cupolate, essi erano stati soggetti complementari della costruzione per la relativa deficienza resistenziale dei leganti a base di calce e per l'empirismo dei procedimenti di impasto. In parallelo alle vicende industriali del materiale metallico si sviluppano studi e sperimentazioni che, nel primo quarto di secolo, convergono nel brevetto di un nuovo legante denominato cemento Portland. Un coacervo di circostanze pratiche e intuizioni scientifiche apre la stagione della pietra artificiale, un mito antico che, finalmente, è alla portata di architetti e costruttori.

Tecnici e sperimentatori esplorano le peculiarità del nuovo conglomerato cementizio e intuiscono che la sua omogeneizzazione con barre metalliche poteva supplire il problema della scarsa resistenza a trazione, e quindi a flessione, del materiale. Il sapere tecnico, decisamente avviato su un percorso autonomo, apre al conglomerato la strada dell'uso propriamente strutturale, prima per semplici componenti orizzontali inflessi, e quindi per tutto il sistema resistente della costruzione. La frenetica brevettazione di sistemi consegna all'architettura un nuovo materiale, il conglomerato cementizio armato, che, nel bene e nel male, caratterizzerà in maniera pressoché totale l'architettura del XX secolo. Lo farà esplicitandosi in costruzioni che, in alcuni casi, hanno silenziosamente attraversato gli stili e, in altri, ne hanno perentoriamente formalizzato l'inizio (Sicignano, 2007).

Prodotti della cultura illuminista, riguardo agli assunti scientifici di base, e dell'ottimismo positivista, nella illimitata fiducia nell'osservazione e nell'esperimento, metallo e cemento armato, in quanto materiali architettonici, sono, per certi versi, l'esatta rappresentazione di quanto l'evoluzione tecnologico-formale dell'architettura ottocentesca sia relativa al procedere degli studi di meccanica strutturale. Non è un caso che la posizione di preminenza della Francia nel campo della matematica si fosse in larga misura basata, per tutto il XVIII secolo, proprio sull'applicazione dell'analisi alla meccanica.

Come ogni periodo di grandi trasformazioni – potremo dire come ogni età rivoluzionaria – è preceduto da un lungo periodo di preparazione, anche la rivoluzione tecnologica del XIX secolo ha radici lontane; in questo periodo, segnata-mente fra 1850 e 1880, un lungo processo avviato due secoli addietro e disseminato su percorsi eterogenei giunge improvvisamente a maturazione (Benvenuto, 1982).

I nuovi materiali cambiano profondamente le condizioni di produzione dell'architettura che, tutto a un tratto, sembra rinunciare a quella coscienza spontanea che, con pienezza di risultati, l'aveva guidata almeno fino alla metà del XVIII secolo. Il destino, che non è solo dell'architettura, è l'approdo allo stato dell'autocoscienza critica, figlia matura del razionalismo illuminista; il mondo sembra pretendere dei risultati concreti, una sorta di indilazionabile capitalizzazione dopo il tempo delle teorie, dei travagli filosofici e delle rivoluzioni critiche.

Il cambiamento è molto profondo, esso va ben oltre l'interpretazione entusiasticamente celebrativa di un'architettura che, grazie a metallo e cemento armato, progredisce indisturbata disegnando paradigmi che la potenza della tecnica, esplicita rappresentazione dell'uomo che, con la "morte di Dio", si è fatto verità, rende pensabili e possibili. La convergenza fra sviluppo delle teorie meccaniche e disponibilità dei nuovi materiali contribuisce a precisare quelli che sono i ragionamenti costruttivi e funzionali ma, allo stesso tempo, distorce il significato stesso di architettura che tende a divaricarsi fra un modello inge-

neristico, che è funzione ed economia, e un modello, più difficile da definire, che è sostanzialmente decorazione.

Gli architetti, distratti dal dibattito sulla interpretazione delle regole a cui è ancorata l'esperienza architettonica dal Rinascimento in poi, sono protagonisti, nel passaggio fra '800 e '900, di una reazione di esasperato estetismo, degenerazione di un atteggiamento romantico depauperato della sua emozionale ma profonda radice morale (Maretto, 1973).

Solo ora risultano del tutto evidenti gli effetti sull'architettura delle parole di Galileo Galilei: «Assegnare la forma e le dimensioni di elementi costruttivi architettonici strutturali in modo che non si verificano rotture per difetto di resistenza». Nell'immaginario collettivo Il pisano fonda la Scienza delle costruzioni ma, in buona sostanza, avviando il declino del paradigma vitruviano, impone il superamento della tradizione umanistica dell'architettura.

Dopo i “nuovi materiali” le cose non saranno più come prima e passerà molto tempo perché un nuovo equilibrio fra forma e contenuto sia, in senso hegeliano, almeno ricercato.

Le pareti in marzapane cui Hansel e Gretel non resistono sono metafora dell'inganno di cui il materiale può essere portatore nel momento in cui viene confinato nel regno astratto dell'autonomia assoluta o lo si mette al servizio di connotazioni altre.

Più chiaro il senso di quanto detto se riportiamo il tutto alla suggestione, oggi cara alla critica, della progressiva dissolvenza dell'architettura da fenomeno eminentemente materiale a immagine più o meno virtuale (Galli, 2008).

Il tema, soprattutto per ciò che riguarda la dimensione ideativa della disciplina, è assai vasto e complesso ed è quindi opportuno aver chiaro il perimetro del nostro ragionare per evitare ogni possibile fraintendimento sugli evidenti limiti del suo portato.

Per quanto possiamo cogliere dal nostro punto di vista, il contributo del razionale al tema dell'immateriale si attua oggi nella ricerca sui materiali, nell'apparato normativo di supporto al progetto, nella mediazione degli strumenti digitali. Argomenti apparentemente fra loro distanti e disomogenei, ma che, stante il loro oggettivo coinvolgimento nei modi e nei risultati del progetto, tendono sicuramente a convergere almeno nella proiezione costruttiva dell'architettura.

Il materiale, come abbiamo detto, costituisce la materia dell'architettura di cui attua costruzione fisica e istanze figurative; esso è il legame tra i concetti astratti e la realtà tangibile. Icona “storica” della immaterialità, declinata nella trasparenza, è certamente il vetro, che dal Crystal Palace (1851) non ha mai mancato di connotare in questo senso l'architettura. Centocinquanta'anni dopo così è commentata la Fondazione Cartier di Jean Nouvel:

Si tratta di un'architettura di totale leggerezza, fatta di una sottile trama in vetro e acciaio. Un'architettura tesa ad attenuare i limiti tangibili dell'edificio e rendere superflua la lettura di un volume solido, in una poetica dell'evanescenza. Quando la virtualità sfida la realtà, l'architettura deve avere il coraggio di assumere l'immagine della contraddizione (Casamonti, 2008).

Immateriali, in contrasto con lo scopo (raggiunto) di consacrare la Cina superpotenza agli occhi del mondo, sono le architetture di Beijing 2008. Indirettamente e solo per forma, è pure immateriale la trama cementizia prefabbricata del Padiglione Italia a Expo Milano 2015, mentre l'ossimoro del materiale immateriale è raggiunto con il cemento trasparente che connota il padiglione italiano alla Expo di Shanghai nel 2011.

La ricerca dell'immateriale avvicina a un principio di astrazione che, proprio nel caso del materiale, sembra adeguarsi a un'idea di permanenza limitata e di insignificanza della memoria. Su un piano di estrema concretezza il principio che può andare in crisi nella ricerca dell'immaterialità è quello della durabilità, caratteristica virtuosa su cui la tecnica molto si è concentrata negli ultimi venti-trent'anni.

È la sindrome del consumo che spoglia la durata in favore della transitorietà, ponendo la novità al di sopra della prima (Bauman, 2005). Ancora una volta, attraverso ciò che serve a costruire l'architettura, vengono rappresentati modi di essere che sono fortemente radicati nella forma di vita contemporanea, a prescindere dal particolare punto di vista dal quale stiamo guardando le cose.

Del tutto diversa la prospettiva aperta dai cosiddetti *smart materials* la cui principale caratteristica, come noto, è la risposta dinamica alle sollecitazioni esterne; caratteristica contrapposta a quella "statica" degli altri materiali che, rapportati ai primi, vengono inesorabilmente qualificati come "tradizionali". L'immaterialità è qui costituita dalle peculiarità selettive e adattive di materiali eterogenei costituenti componenti che a loro volta connotano la costruzione in una continua mutevolezza di prestazioni tecniche e formali. I paradigmi progettuali, con particolare riferimento all'involucro, sono dettati dal complesso mutare degli eventi naturali esterni e dalle potenziali variazioni delle fruizioni interne. L'immaterialità ricongiunge razionalità e volontà di forma.

La normativa, nella sua più ampia accezione di *operatore di governo* dei processi produttivi, prende generalmente corpo in virtù di eventi sociali e civili singolari e di particolare rilievo. Una fase più matura e consapevole della società introduce la normativa per la gestione del territorio, per definire univocamente la sicurezza strutturale, per controllare la qualità edilizia, stabilendo uno stretto

rapporto tra le prestazioni di un bene edilizio e le esigenze, dinamiche, dell'utenza alla quale il bene è destinato. Nel caso della sostenibilità e dell'efficienza energetica tale normativa si incarica, almeno nei suoi intenti, della salvaguardia delle risorse planetarie.

La macchina normativa è un prodotto di per sé immateriale, nel senso lato del termine, ma i suoi effetti sono assolutamente "materiali" andando a incidere concretamente e pesantemente sulle scelte progettuali e costruttive e, quindi, sull'architettura anche nei suoi esiti propriamente percettivi.

Stante che l'esistenza di norme è antica come il mondo, essendo da sempre necessaria la presenza di strumenti regolativi dei processi di convivenza fra entità sociali e fra persone fisiche, l'esistenza di norme edilizie orientanti il progetto implica considerazioni che evidentemente trascendono il loro portato tecnico.

Il rapporto fra norma e progetto può essere considerato da diversi punti di vista che derivano sostanzialmente dal fatto che mentre la norma, sia essa prescrittiva o prestazionale, esprime un dato tecnico, il progetto racchiude in sé aspetti anche non razionali. La coerenza della norma crea, in questo senso, una situazione asimmetrica che alcuni subiscono considerandola fra le cause, forse la principale, di un mesto crepuscolo del progetto.

Il vissuto del progettista gioca qui un ruolo fondamentale in quanto più è marcata la sua distanza dalla dimensione tecnica, più è forte il suo senso di smarrimento e di lutto di fronte a una paventata perdita di potere decisionale. Da qui reazioni massimaliste di rifiuto e delega ad altri del governo tecnico-normativo di ampie aree del progetto.

Simmetricamente è peraltro reale il rischio che la costruzione tenda a ridursi a mero contenitore di norme, cosa che è evidentemente inaccettabile nel momento in cui alla stessa venga attribuita una qualche pretesa di architettura.

Sembra di essere tornati al punto di partenza, al principio di relazione fra concetto astratto, volontà di forma e, a questo punto, norma in quanto realtà ineludibile.

Terzo contributo del razionale al tema dell'immateriale, la mediazione degli strumenti digitali.

Per parlare di questo dobbiamo fare alcuni passi indietro e tornare, per cercare un riferimento di partenza, all'espressionismo strutturale e, in particolare, al formalismo delle lamine curve in regime membranale che fanno capo a Edoardo Torroja. È noto che il tentativo di far confluire matrice architettonico-volumetrica e matrice costruttivo-strutturale aveva trovato il suo limite, fra l'altro, nella distanza fra la trattazione teorica del tema e i problemi costruttivi derivanti dallo scarso controllo del comportamento reale dei manufatti e dalla esasperazione dei loro costi di realizzazione.

A cavallo degli anni '50 e '60 del '900 gli elaboratori elettronici cominciano a supportare questi progetti rilanciando le trattazioni analitiche agli elementi finiti che trasportano nel "discreto" ciò che nel "continuo" aveva scarsa possibilità di soluzione concreta. La stessa possibilità di rappresentazione tridimensionale delle superfici consente il loro controllo formale e tecnico in fase di progettazione e costruzione. È da queste prime esperienze che l'*information technology*, già al servizio dell'ingegneria, inizia a interessare il mondo della progettazione architettonica.

Già negli anni '70 l'ausilio del computer manifesta una sua significativa presenza in questo ambito proponendosi, ambiziosamente, come mezzo per ottenere automaticamente delle soluzioni di *layout* di ambienti o di localizzazioni spaziali. La diffusione dei Personal computer e degli applicativi di grafica bidimensionale hanno aperto la strada, alla metà degli anni '80, al cosiddetto disegno automatico, che ha arricchito le sue potenzialità negli anni successivi con i moduli tridimensionali, con le prime applicazioni parametriche volte a risolvere il problema di pesanti *database* non supportati da modeste memorie e i con primi *software* di animazione. Il coevo sviluppo della prefabbricazione, non solo cementizia, ha offerto indubbiamente uno scenario ideale per sperimentare anche l'automazione della gestione di stabilimento e di cantiere.

Fin qui nulla di particolare, si tratta in sostanza di sostituzioni strumentali oggettivamente vantaggiose sotto molti punti di vista. Emerge però, come in nessun'altra occasione, l'evidente connessione di una funzione di servizio all'architettura con lo sviluppo tecnico-scientifico, in questo caso di macchine e linguaggi di programmazione.

Il cosiddetto *rendering* costituisce poi l'evidente salto nell'immateriale. Comprendiamo questo se riprendiamo una considerazione iniziale: l'azione strumentale dell'architetto, che si sviluppa immediatamente a valle di quello stato mentale che è l'idea, deve fare i conti con l'intermediazione del disegno che trasferisce questa idea (il sentimento) all'opera (la ragione). Il disegno, come abbiamo detto, rende dunque comprensibili concetti astratti, per cui si pone un problema reale di congruenza fra i suoi metodi e il progressivo formarsi dell'idea. È evidente, in questi termini, che il disegno possiede di suo una forte capacità di persuasione, configurandosi quasi come strumento di retorica. Le *illusorie parvenze* e le *misure controllabili* di Leon Battista Alberti, già richiamate, alludono, a loro modo, proprio a ciò che il *rendering* rappresenta nel passaggio dalla virtuosa ricerca dell'immagine oggettiva alla virtuale creazione di suggestioni, alla restituzione di architetture non più semplicemente rappresentate ma annunciate nelle loro intenzioni.

Di altra natura tutto ciò che riguarda la modellazione parametrica, il collegamento Cad-Cam a stampanti 3D e la progettazione nella modalità del *Buil-*

ding information modeling. Nelle prime due applicazioni la potenza di calcolo è finalizzata alla gestione di forme attraverso la definizione di relazioni tra le diverse componenti del progetto, relazioni che consentono immediati verifiche formali strettamente connesse al controllo e all'ottimizzazione di parametri tecnici quali quelli strutturali, energetici, di costo e di realizzabilità; nella terza il principio è quello della collaborazione fra progettisti, dall'integrazione dei principi di sostenibilità, dall'interoperabilità dei *software*.

Sembra che il progetto, con percorso inverso alla "tradizione", sia così in grado di ricomporre categorie estetiche e tecniche, in un percorso circolare materiale-immateriale-materiale. Per gli strumenti digitali è appropriato ed efficace l'aggettivo "ricombinanti", opposto a quello "disaggreganti" attribuito, altrettanto efficacemente, ai metodi tradizionali analogici (Nardini, 2003).

È evidente che quanto detto ci pone di fronte alla opportunità di rivedere i termini del processo progettuale-costruttivo in tutta la sua interezza e in tutto il suo bisogno, indifferibile, di ridisegnare lo scenario dei contributi specialistici.

È una questione che riguarda la natura della relazione fra linguaggi?

Se la risposta è sì l'ultima cosa da fare, a parer nostro, è demonizzare la tecnica evocandone il cosiddetto *potere massificante*, allocuzione su cui si è costruita buona parte del pensiero critico degli ultimi decenni, ma che oggi, almeno in architettura, rischia di apparire come un "modo di dire" elusivo e irrilevante proprio rispetto alla necessità di ridiscutere il ruolo della tecnica; il rischio, occultandosi dietro la citazione, è quello di porsi fuori dalla storia; l'errore, perseverando, è il difetto di resilienza nei confronti della realtà.

Peraltro, prendere della tecnica solo ciò che serve, anche questo è un gesto tecnico, può non risolvere la questione, in considerazione del fatto che, come sappiamo, sommare soluzioni tecniche significa molto spesso isolare cose che nella realtà sono connesse da logiche ed eventi di ordine superiore.

Dobbiamo nuovamente allargare lo sguardo per capire che solo la libertà dell'uomo può orientare la tecnica mettendola al servizio di un progresso che è miglioramento della sua condizione. La liberazione dal paradigma tecnocratico deve però transitare attraverso la non rinuncia a porci domande sui fini e sul senso di ogni cosa.

Bibliografia

- Akerman J.S., *Architettura e disegno*, Electa, Milano 2003
Alexander C., *Notes on the Synthesis of form*, Harvard 1964
Bauman Z., *Liquid life*, Cambridge Press, Cambridge 2005

Boyer C., *Storia della matematica*, Mondadori, Milano 1982
 Braghieri N., *Architettura arte retorica*, Sagep, Genova 2013
 Burckhardt J., *La civiltà del Rinascimento in Italia*, Newton Compton, Roma 1974
 Cacciari M., *Arte tragedia tecnica*, Cortina, Milano 2000
 Caniggia G., Maffei G.L., *Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979
 Croce B., *Aestetica in nuce*, 1928
 Dassori E., *Argomenti fra architettura e tecnica*, GUP, Genova 2104
 Dassori E., *Percorsi della Tecnica in architettura*, GUP, Genova 2018, E-Book sito UNIGE/GUP
 Gadamer H.G., *L'eredità dell'Europa*, Einaudi, Torino 1991
 Galbraith J.K., *The affluent Society*, Boston 1958
 Galimberti U., *I miti del nostro tempo*, Feltrinelli, Milano 2012
 Galimberti U., *Psiche e Techne*, Feltrinelli, Milano 1999
 Greco P., *La scienza e l'Europa dalle origini al XIII secolo*, L'asino d'oro, Roma 2014
 Gregotti V., *Contro la fine dell'architettura*, Einaudi, Torino 2008
 Gregotti V., *Tre forme di architettura mancata*, Einaudi, Torino 2010
 Habermas J., *La modernità un progetto incompiuto*, 1980
 Hauser A., *Storia sociale dell'arte*, Einaudi, Torino 1956, Voll.I, II
 Heidegger M., *Lettera sull'umanesimo*, Adelphi 1985
 Huizinga J., *Il problema del Rinascimento*, Donzelli, Roma 2015
 Kruft H.W., *Storia delle teorie architettoniche*, Laterza, Roma-Bari 1988, Voll. I e II
 Latouche S., *Breve trattato sulla decrescita serena*, Boringhieri, Torino 2013
 Mareto P., *Nell'architettura*, Teorema, Firenze, 1974
 Marsonet M., *Elementi di filosofia della scienza*, CUG, Genova 2008
 Masiero R., *Estetica dell'architettura*, il Mulino, Bologna 1999
 Mordacci R., *La condizione neomoderna*, Einaudi, Torino 2017
 Morin E., *Pensare l'Europa*, Feltrinelli, Milano 1988
 Negroponte N., *The architecture machine*, MIT Press, Cambridge 1970
 Norberg -Schulz C., *Paesaggio, ambiente architettura*, Electa, Milano 1992
 Pérouse de Montclos J.M., *Boullée l'architecte visionaire et néoclassique*, Herman, Paris 1993
 Pigafetta G., *Le passioni del classico*, Alinea, Firenze 2009
 Reale G., *Radici culturali e spirituali dell'Europa*, Cortina, Milano 2003
 Rykwert J., *La casa di Adamo in Paradiso*, Adelphi, Milano 1999
 Salinari C. (a cura di), K.Marx e F.Engels, *Scritti sull'arte*, Laterza, Roma-Bari 1974
 Severino E., *Tecnica e architettura*, Cortina, Milano 2003
 Tafuri M., *Progetto e utopia*, Laterza, Roma-Bari 1973
 Vagnetti L., *L'architetto nella storia d'Occidente*, G&G, Firenze 1972
 Vattimo G., *La fine della modernità*, Garzanti, Milano 1985
 Vattimo G., *Tecnica ed esistenza*, B.Mondadori, Milano 2002

Ridurre la sopravvalutazione dei rischi associati a investimenti per l’efficientamento energetico: un approccio “probabilistico” a valutazioni dei costi nel ciclo di vita degli edifici

Introduzione

Alla luce dei cambiamenti climatici in corso, al settore delle costruzioni è richiesto di implementare, su larga scala, edifici ad alte prestazioni ambientali, capaci cioè di dar luogo a un ridotto impatto sull’ambiente durante le fasi di costruzione, esercizio e demolizione. Delle tre fasi del ciclo di vita di un fabbricato, quella di esercizio, denominata anche “operativa”, è quella maggiormente influente dal punto di vista ambientale, in quanto in questa fase si considerano gli impatti generati dall’uso degli edifici e pertanto principalmente quelli derivanti dal consumo di energia da parte degli occupanti.

Tra i consumi, quelli energetici infatti, correlati alla climatizzazione per garantire un adeguato benessere termo-igrometrico interno, sono particolarmente rilevanti, sia sotto il profilo quantitativo – data l’estensione temporale di questa fase – sia sotto il profilo dell’impatto sul clima. È nota infatti la correlazione esistente tra il fabbisogno energetico e l’immissione di CO₂ in atmosfera dato il prevalente utilizzo di fonti fossili per la produzione di energia.

Per tale motivo a livello globale si studiano da decenni soluzioni abitative e lavorative caratterizzate da bassi consumi energetici e capaci di autoprodurre la totalità o parte dell’energia necessaria al loro funzionamento (Ouyang, Ge, Hokao, 2009). L’ultima frontiera riguarda la realizzazione dei cosiddetti “nZEB”, acronimo di “nearly Zero Energy Buildings”, ovvero “edifici a consumo energetico quasi zero” (Paoletti *et al.*, 2017; Attia *et al.*, 2017; Di Giuseppe, 2016). Per favorire l’introduzione e la diffusione di questo nuovo standard costruttivo, l’Unione Europea ha emanato nel corso degli ultimi 15 anni diverse Direttive, note come “Energy Performance of Buildings Directives”

(EPBD) (European parliament, 2002; European parliament, 2010; European parliament, 2018).

Tuttavia, nonostante l'impegno politico messo in atto, tra il 2000 e il 2016 l'efficienza energetica a livello mondiale è migliorata solo del 13% e l'IEA (International Energy Agency) evidenzia come le politiche messe in campo non riescano a essere efficienti quanto desiderato, soprattutto nel campo delle costruzioni (Energy Efficiency 2017). Gli edifici pesano ancora quasi per il 40% sui consumi energetici a livello europeo e ancora oggi, dopo 15 anni di politiche particolarmente stringenti, il 75% del patrimonio edilizio è ancora largamente inefficiente (European commission, 2016). È evidente pertanto come alle politiche messe in atto non sono corrisposte azioni adeguate, per intensità e diffusione, a raggiungere gli obiettivi posti (CA EPBD, 2013; European commission, 2016).

Per tale motivo nel 2018 il Parlamento europeo ha approvato un aggiornamento della Direttiva EPBD definendo un nuovo obiettivo (30% di riduzione delle emissioni entro il 2030) e ha rafforzato le misure politiche utili a ottenere un incremento dei risparmi energetici soprattutto del patrimonio esistente e puntando in particolare modo sulla fiscalità (European parliament & Council of the European union, 2018). È emerso infatti come una delle cause della limitata diffusione di edifici e interventi di riqualificazione orientati allo standard nZEB è la limitata percezione dell'attrattività per gli investitori di investimenti a lungo termine sugli edifici, dovuta alla incertezza percepita dei benefici economici, e non solo ambientali, che si potrebbero ricavare a lungo termine, date anche le incertezze di scenario economico sorte in particolar modo dal 2008. Il mercato tende infatti a sopravvalutare i rischi associati agli investimenti energetici, soprattutto per limitata disponibilità di strumenti adeguati a valutare i rischi stessi, aspetto che deprime l'esito delle politiche messe in atto (EEFIG, 2014).

Recenti studi e iniziative delle istituzioni europee sono quindi volti a utilizzare migliori strumenti di valutazione del rischio per sviluppare adeguate politiche incentivanti o defiscalizzanti per interventi di efficientamento energetico degli edifici (Economidou, Tedeschi, Bertoldi, 2019). Tali analisi si basano su procedure di calcolo dei costi nel ciclo di vita, ovvero "Life Cycle Costing" (LCC), volte a valutare l'opportunità di attuare interventi di efficientamento confrontando l'investimento richiesto in fase iniziale con i potenziali benefici economici generati dalla riduzione dei consumi durante l'utilizzo degli edifici.

Nonostante gli sforzi messi in atto e sebbene procedure di questo tipo siano oggi pienamente riconosciute, purtroppo ancora oggi sussistono ampi margini

di incertezza circa l'esito della loro applicazione, data l'importanza e l'impatto, sull'incertezza dei risultati, delle semplificazioni e assunzioni sulle quali tali valutazioni LCC si basano (Ferrara, Monetti, Fabrizio, 2018). Una delle problematiche più significative riguarda il fatto che tali procedure di calcolo vengano applicate considerando un unico scenario economico per le proiezioni future, quello attuale (Bodie, Kane, Marcus, 2018). Tuttavia, come anche recentemente verificatosi, eventi politici e sociali possono alterare lo scenario macroeconomico futuro, rendendo non più utili le valutazioni LCC condotte come strumento di valutazione dei possibili rischi.

È necessario pertanto introdurre strumenti di valutazione, in grado di tenere conto delle incertezze sugli scenari economici futuri, utili a supportare gli investitori nella valutazione del rischio associato a investimenti nell'efficienza energetica degli edifici con benefici a lungo termine. Questo contributo si inserisce in tale dibattito proponendo un approccio "probabilistico" ai metodi di calcolo LCC, in grado di tenere esplicitamente conto della aleatorietà delle variabili economiche in gioco.

Stato dell'arte

La Direttiva EPBD recast (European parliament, 2010) ha stabilito il principio di "ottimizzazione dei costi" per guidare gli Stati membri nella definizione dei requisiti di prestazione energetica per gli edifici contenuti negli strumenti legislativi nazionali. Il livello di "costo-ottimale" (CO) indica il livello di prestazione energetica dell'edificio, ottenuto mediante la combinazione di diverse strategie progettuali, che porta al costo più basso durante il ciclo di vita stimato dell'edificio (European commission, 2016).

La stessa Direttiva ha stabilito un quadro metodologico per il calcolo dei CO e la definizione dei "requisiti minimi" di prestazione energetica in ogni Stato membro (EU, 2012; European parliament, 2012) e la prima applicazione del metodo è stata realizzata nel 2013 (EU, 2013).

Come evidenziato in un recente lavoro di revisione di Ferrara *et al.*, che hanno analizzato 88 articoli con 105 casi di studio di applicazione della procedura CO, dall'entrata in vigore della EPBD recast, vi è stato un forte impulso alla ricerca nel campo della fattibilità economica di nZEB o in generale di interventi di efficientamento energetico di edifici, sia da parte di organismi di ricerca accademica che di organismi comunitari e nazionali (Ferrara, Monetti, Fabrizio, 2018). Inoltre, procedure LCC nel settore edilizio sono sempre più utilizzate da tecnici e professionisti, interessati a confrontare le prestazioni

economiche di alternative progettuali e dalle pubbliche amministrazioni per valutare l'accessibilità economica di investimenti in efficienza energetica e per definire incentivi e politiche di supporto.

I metodi di calcolo LCC utilizzati sono generalmente basati sulla principale normativa tecnica internazionale in materia, come lo standard ISO 15686-5:2017 (ISO, 2017) e la norma europea EN 15459-1:2017 (CEN, 2017). Tali metodi implicano ovviamente notevoli semplificazioni nella selezione e quantificazione dei dati di ingresso del calcolo, in particolare relativamente ai parametri macroeconomici, solitamente considerati costanti per l'intero periodo di calcolo. Di conseguenza non tengono conto dell'incertezza legata al contesto macroeconomico specifico in cui vengono prese le decisioni e non colgono completamente il rischio associato all'investimento. Come sottolineato da Copiello *et al.*, specialmente in edilizia, la percezione dell'incertezza risulta amplificata a causa di costi di investimento molto elevati, previsioni volatili dei risparmi previsti, stime provvisorie e poco chiare dei costi di manutenzione, e oscillazioni del valore del mercato immobiliare (Copiello, Gabrielli, Bonifaci, 2017).

Nelle procedure LCC, la semplificazione delle assunzioni su parametri chiave – come il tasso di sconto, il prezzo futuro dell'energia, la durata di vita e il costo di sostituzione di componenti edilizi – può influenzare significativamente i risultati, come evidenziato da diversi autori (Copiello, Gabrielli, Bonifaci, 2017; Sesana, Salvalai, 2013; Gluch, Baumann, 2004; Moore, Morrissey, 2014). Di recente, Ilg *et al.* hanno tentato di categorizzare le incertezze racchiuse nelle procedure LCC, tuttavia concludendo come, data la loro grande varietà, sia difficile realizzare una classificazione semplice e significativa (Ilg *et al.*, 2017; Scope *et al.*, 2016).

Alcuni studi propongono metodi per affrontare l'incertezza nelle analisi LCC. Almeida *et al.* suggeriscono una metodologia integrata che quantifica e include l'incertezza nella valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio nel calcolo LCC (Almeida, Ramos, Manuel, 2015). La metodologia si basa sull'applicazione del metodo Monte Carlo per calcolare le distribuzioni statistiche della domanda di energia. Le distribuzioni dei costi associati vengono quindi introdotte nel calcolo LCC, mentre gli altri parametri sono considerati deterministici. Una ricerca simile si riscontra in (Das, Van Gelder, Janssen, Roels, 2017).

Burhenne *et al.* utilizzano invece modelli ARIMA (modelli autoregressivi integrati a media mobile) per predire i valori futuri delle variabili macroeconomiche in analisi LCC di edifici, rivelando, attraverso un caso esemplificativo, che i parametri tecnici hanno un'influenza molto minore sul risultato rispetto ai parametri economici (Burhenne, 2013).

Al fine di contribuire al confronto sulle incertezze sottese alle analisi LCC nel settore edilizio, gli autori del presente contributo hanno sviluppato negli ultimi anni metodi LCC basati su approcci “probabilistici”, in grado di tenere in considerazione l’incertezza associata alle diverse voci di costo (materiali, energia, ecc...) e ai possibili macro-scenari economici di riferimento (Baldoni *et al.*, 2019; D’Orazio *et al.*, 2018; Di Giuseppe *et al.*, 2017a; Di Giuseppe *et al.*, 2017b; Di Giuseppe *et al.*, 2017c). Tale valutazione LCC stocastica diviene quindi uno strumento in grado di supportare il processo decisionale circa l’opportunità di intraprendere interventi di efficientamento energetico, dal punto di vista prettamente economico. Rispetto agli studi già condotti in letteratura (principalmente Burhenne *et al.*, 2013; Pittenger *et al.*, 2012), la principale novità dell’approccio proposto è la dipendenza temporale e la interdipendenza delle variabili macroeconomiche in gioco nelle valutazioni LCC. Il metodo LCC stocastico sviluppato è di seguito illustrato attraverso l’applicazione ad un caso studio.

Il metodo di calcolo LCC

Il metodo LCC utilizzato è basato sullo standard europeo EN 15459-1:2017, che permette di calcolare il costo globale (GC) di un intervento di efficientamento energetico (in un edificio esistente o come alternativa progettuale in un progetto per una nuova costruzione) considerando diverse categorie di costi in un determinato periodo di calcolo (solitamente intorno ai 20-30 anni), tra cui le principali sono: i costi di investimento iniziale, i costi energetici, i costi manutentivi e i costi di sostituzione dei componenti.

Il GC della j-esima opzione progettuale alla fine del periodo di calcolo CP, riferito all’anno di partenza (t=0) (quindi $GC_{j,0}$), viene calcolato nel seguente modo:

$$GC_{j,0} = CI_j + \sum_{t=1}^{CP} [(CM_j + CS_{j,t}) R_t^{disc} R_t^L + CE_j R_t^{disc} R_t^E] - Val_{j,CP} R_{CP}^{disc} R_{CP}^L \text{ (eq.1)}$$

Dove: CI_j sono i costi di investimento iniziale; CM_j sono i costi di manutenzione annuale assunti costanti; CE_j sono i costi energetici annuali assunti costanti; R_t^{disc} è il fattore di sconto; R_t^L e R_t^E sono i fattori di crescita dei prezzi (rispettivamente di manodopera ed energia); $CS_{j,t}$ sono i costi di sostituzione di componenti assunti uguali al costo di investimento attualizzato, la cui frequenza dipende dalla relativa durata di vita; $Val_{j,CP}$ è invece il valore residuo del componente j alla fine del periodo di calcolo, assunto un deprezzamento lineare. CE_j , i costi energetici annuali, sono calcolati moltiplicando, per ogni

possibile vettore energetico, i consumi energetici dell'edificio per la relativa tariffa energetica.

Il fattore di sconto R_t^{disc} dipende dal tasso di sconto. Seguendo la EN 15459-1, le equazioni della procedura LCC sono espresse in termini reali, ma “dinamiche”, ovvero prevedono possibili variazioni annuali del tasso di inflazione e di interesse (da cui dipende il tasso di sconto) nonché dei prezzi di manodopera ed energia.

A partire dai dati di ingresso per il calcolo del GC è anche possibile calcolare il periodo di ritorno dell'investimento (*Payback period*, PP), ovvero il numero minimo di anni necessario affinché il risparmio energetico ottenuto eguagli il costo di investimento intrapreso.

L'approccio “probabilistico” alla valutazione LCC

Mentre una analisi LCC di tipo “deterministico” è condotta combinando dati di ingresso “fissi”, nell'approccio probabilistico qui descritto ciascun parametro è considerato come una variabile stocastica, modellata attraverso una funzione di distribuzione di probabilità (PDF). Attraverso il metodo Monte-Carlo (e in particolare il metodo delle sequenze di Sobol (Saltelli, Ratto, Andres, 2008)) vengono estratti valori dalle PDF dei dati di ingresso e combinati nell'equazione di *output* (eq. 1) un certo numero di volte (a seconda del livello di accuratezza desiderato) per ottenere la corrispondente distribuzione di probabilità del risultato. Di conseguenza, il GC non è rappresentato da un singolo valore, ma da una distribuzione di probabilità. La probabilità che una opzione di progettazione abbia una prestazione migliore di un'altra può essere quindi valutata confrontando le relative PDF.

Il metodo LCC probabilistico richiede l'identificazione di tutte le sorgenti di incertezza da considerarsi nella valutazione degli interventi di efficientamento e la definizione delle loro PDF, sulla base della letteratura disponibile, di banche dati, serie storiche, ecc.

Per quanto riguarda i parametri economici, questi sono stati ricavati da un modello parametrico VARX, auto-regressivo con variabili esogene, basato sull'osservazione di serie storiche su quattro variabili macroeconomiche: il tasso di inflazione, il tasso di interesse reale, il tasso di crescita del pil reale, il tasso di crescita del prezzo del petrolio. Maggiori dettagli su tale procedura sono riportati in Baldoni *et al.* (2019). Tale approccio permette eventualmente di considerare scenari macroeconomici “alternativi” rispetto allo scenario di base qui proposto e che consiste in una situazione di crescita economica moderata con un tasso di inflazione intorno al 2%. Per quanto riguarda le distribuzioni

dei parametri relativi alle caratteristiche delle opzioni di progettazione (costo dell'investimento, durata, costi di manutenzione) e dei parametri relativi alla prestazione energetica dell'edificio e al vettore energetico (fabbisogno energetico dell'edificio, tariffa energetica), queste sono definite in relazione al caso studio specifico descritto di seguito.

Applicazione a un caso studio esemplificativo

Al fine di evidenziare la potenzialità dell'approccio stocastico, si presenta un caso di studio, riguardante la valutazione di strategie alternative di isolamento termico interno di un edificio residenziale storico, rappresentativo, per sistema costruttivo e geometria, nel contesto nazionale, e collocato in Emilia-Romagna (zona climatica E). L'edificio, costituito da 2 piani fuori terra più uno spazio mansardato, ciascuno di superficie pari a ca. 80 mq, è realizzato con strutture murarie in laterizio da 2 teste di spessore (25 cm ca.), e quindi da prestazioni energetiche modeste. Le soluzioni messe a confronto sono i seguenti tre sistemi di isolamento interno (tab. 1):

- Sistema A, costituito da polistirene espanso (EPS) di spessore 10 cm, accoppiati a pannelli in cartongesso e direttamente fissati alla struttura muraria;
- Sistema B, costituito da pannelli di sughero di spessore 12 cm, rifiniti con un rasante e direttamente fissati alla struttura muraria;
- Sistema C, costituito da pannelli di lana minerale di spessore 10 cm, accoppiati a barriera al vapore e pannelli in cartongesso, fissati alla muratura tramite profilati metallici.

Tab. 1. Caratteristiche tecniche dei sistemi di isolamento interno.

<i>Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Conducibilità termica [W/mK]</i>
<i>Sistema isolante A</i>			
Malta adesiva	0.006	1400.00	0.540
Polistirene espanso (EPS)	0.100	18.00	0.035
Malta adesiva	0.006	1400.00	0.540
Cartongesso	0.013	680.00	0.200
Stucco	0.004	1200.00	-
Tinteggiatura	0.0002	1670.00	-

<i>Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Conducibilità termica [W/mK]</i>
<i>Sistema isolante B</i>			
Malta adesiva	0.007	950.00	0.310
Sughero	0.120	120.00	0.040
Rasante	0.007	950.00	0.310
Tinteggiatura	0.0002	1670.00	-
<i>Sistema isolante C</i>			
Lana minerale	0.1	70.00	0.035
Barriera al vapore	0.0002	2700.00	-
Cartongesso	0.013	680.00	0.200
Stucco	0.004	1200.00	-
Tinteggiatura	0.0002	1670.00	-

I tre sistemi garantiscono la stessa trasmittanza, pari a $0.34 \pm 0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I costi iniziali di investimento includono il costo di acquisto, realizzazione e installazione dei sistemi di isolamento. Le PDF relative, assunte normali, sono state ottenute con procedure di “data-fitting” su dati di mercato. La durata di vita “di riferimento” per i componenti è stata assunta pari a 30 anni, e a questa è stato applicato il “metodo fattoriale probabilistico” (ISO, 2008), in cui per tutti i fattori è stata considerata una distribuzione uniforme (0.9;1.1) e si è seguita la procedura in (Re Cecconi, 2011). Per i costi di manutenzione si è considerata la tinteggiatura interna per tutti i sistemi ogni 10 anni.

Per il calcolo dei fabbisogni energetici si è applicato il metodo dei Gradi-Giorno, considerando una distribuzione uniforme per la trasmittanza del muro, data la variabilità dello spessore murario, e una distribuzione normale sui gradi giorno data dalla loro variazione negli anni dal 2000 al 2009 (dati estratti dal database Eurostat (Eurostat, 2017)). I costi energetici sono stati quindi calcolati considerando tre “scenari energetici”, in cui il sistema di riscaldamento dell’edificio è alimentato dai seguenti alternativi vettori energetici: gas naturale (GAS), elettricità (ELE), Gasolio (OIL). La distribuzione statistica delle tariffe energetiche GAS e ELE è stata assunta come uniforme, considerando le tariffe energetiche rilevate sul mercato libero e su quello tutelato. La tabella 2 sintetizza i dati di ingresso del calcolo LCC stocastico,

relativi alle soluzioni progettuali e agli scenari energetici, e le distribuzioni di probabilità associate.

I GC e il PP delle tre opzioni progettuali nei tre possibili alternativi scenari energetici sono stati quindi calcolati usando l'approccio stocastico sopra descritto in un periodo di 30 anni. Per ciascun processo Monte-Carlo si sono realizzate 5632 iterazioni, stabilite in seguito a verifica sull'accuratezza dei risultati.

Tab. 2. Lista dei dati di ingresso del calcolo LCC stocastico e relative distribuzioni di probabilità.

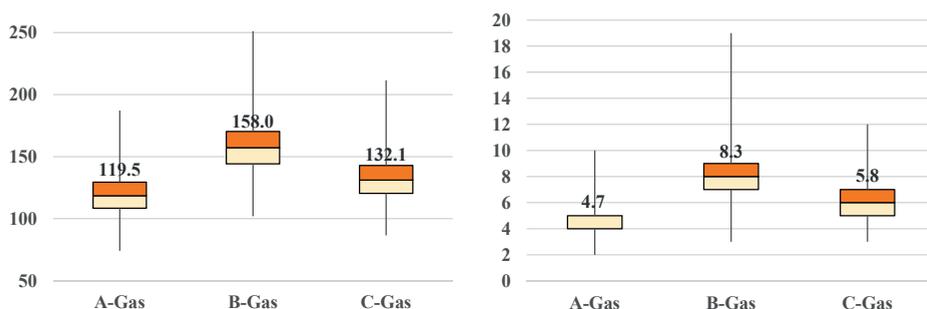
<i>Dati di ingresso del calcolo LCC</i>		<i>Distribuzione di probabilità (PDF)</i>	<i>Riferimento per la caratterizzazione della PDF</i>
relativi alla soluzione progettuale	<i>Costo di Investimento</i> [€]	Normale	Data fitting sui dati dei costi (listini prezzi produttori e prezzari regionali)
	<i>Durata di vita</i> [anni]	Normale	Metodo fattoriale probabilistico (ISO 15686-8)
	<i>Costo di sostituzione</i> [€]	Normale	Come il costo di investimento
	<i>Costo di manutenzione</i> [€]	Normale	Data fitting sui dati dei costi della tinteggiatura interna (listini prezzi produttori e prezzari regionali)
relativi allo scenario energetico	<i>Fabbisogno energetico dell'edificio</i> [kWh anno]	Normale	Distribuzione calcolata considerando una variabilità dello spessore murario e dei gradi giorno
	<i>Tariffa energetica</i> [€/kWh]	Uniforme	Data fitting sui dati relative a tariffe energetiche sul mercato libero e tutelato

Risultati

I risultati sono espressi sotto forma di diagrammi a scatola e baffi e densità cumulativa (CDF) relativi al GC (costo globale) e al PP (periodo di ritorno) per ciascuna soluzione in ciascuno scenario energetico.

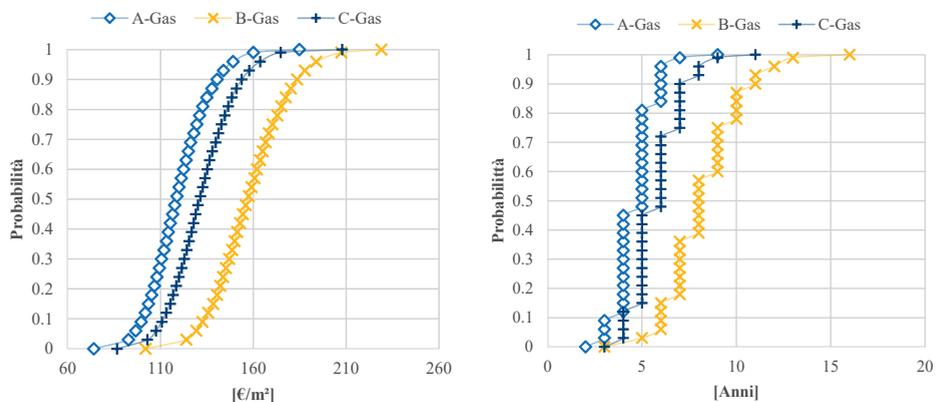
La figura 1 illustra la distribuzione di GC e PP per le tre opzioni di progetto nello scenario GAS. Il GC varia da 110 a 130 €/m² per la soluzione A, da 147 a 170 €/m² per la soluzione B e da 124 a 140 €/m² per la soluzione C. Si può osservare come la mediana dei valori di GC varia sensibilmente tra le diverse alternative di progetto e in particolare da 119 €/m² per il sistema A (EPS) a 158 €/m² per il sistema B (Sughero) e 132 €/m² per il sistema C (lana minerale). Il PP varia da 4.7 anni (A) fino al massimo di 8.3 anni (B). In generale si osserva che l'opzione A è quella che assicura il più basso valore di GC e PP, seguita dalle opzioni C e B.

Fig. 1. Diagrammi a scatola e baffi dei Costi Globali (sinistra) e dei Periodi di Ritorno (destra) per le tre soluzioni nello scenario energetico GAS.



La figura 2 riporta la cumulativa dei due indicatori economici per le tre opzioni. Questa rappresentazione è utile per confrontare la probabilità che una certa soluzione raggiunga un certo livello di GC. Ad esempio, volendo fissare il GC massimo a 160 €/m², c'è una probabilità maggiore del 90% che le soluzioni A e C raggiungano tale soglia, mentre la probabilità si riduce al 60% per la soluzione B. La differenza che si riscontra tra le tre soluzioni appare principalmente dovuta ai costi di investimento iniziale, dato che i costi operativi si mantengono inalterati per questo caso studio.

Fig. 2. Densità cumulativa dei Costi Globali (sinistra) and dei Periodi di Ritorno (destra) per le tre soluzioni nello scenario energetico GAS.



Le figure 3 e 4 rappresentano gli esiti dell'applicazione delle stesse opzioni di progetto all'interno di differenti scenari energetici. I risultati confermano una chiara "classifica" di prestazione economica delle alternative progettuali. In qualunque scenario economico la soluzione A è la più performante, mentre l'opzione B è la peggiore. Nello stesso tempo, per ogni opzione di progetto, lo scenario ELE è il caso migliore, mentre OIL è il peggiore.

Fig. 3. Diagrammi a scatola e baffi dei Costi Globali per le tre soluzioni nei tre scenari energetici.

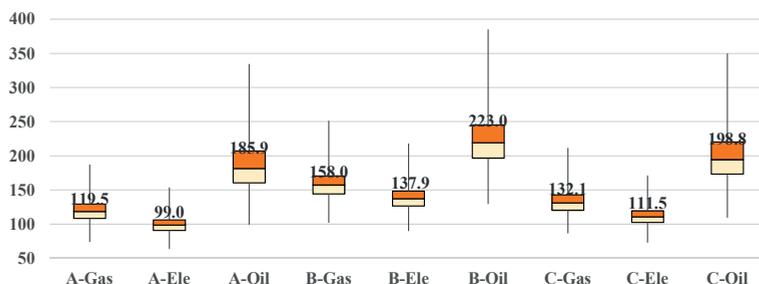
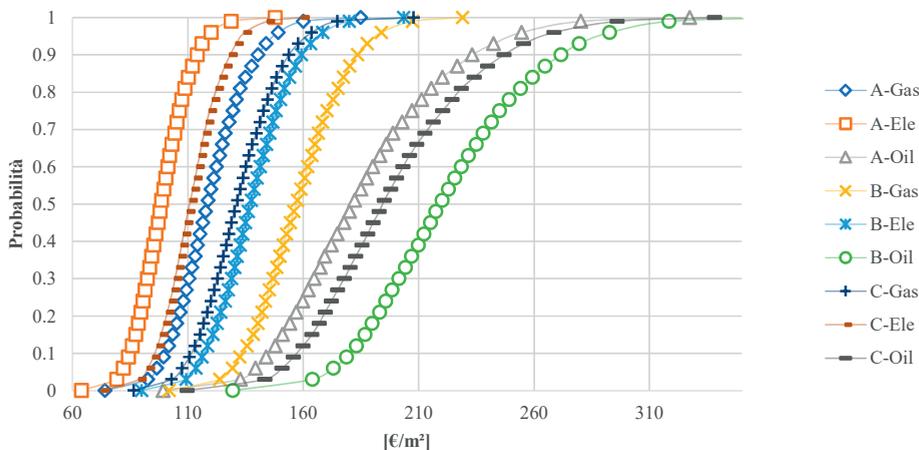


Fig. 4. Densità cumulativa dei Costi Globali per le tre soluzioni nei tre scenari energetici.

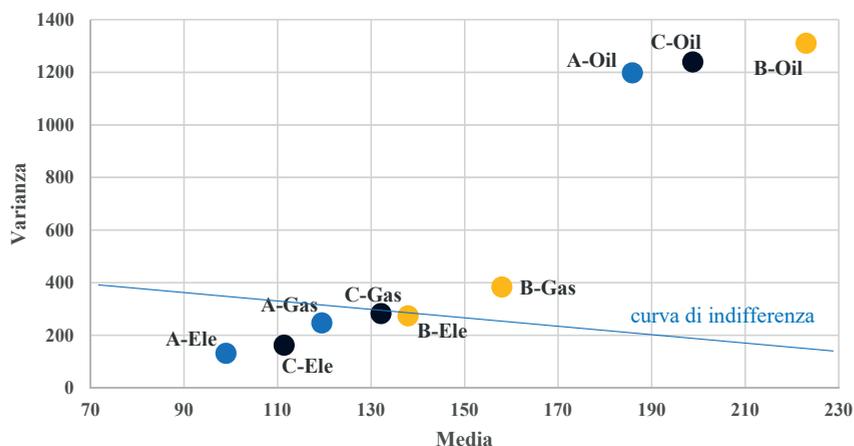


La figura 5 infine riporta gli stessi risultati in uno spazio media-varianza. Questa rappresentazione permette di ordinare i risultati secondo un “indice di convenienza”, in accordo con Bodie *et al.* (Bodie, Kane, Marcus, 2018), così definito:

$$U_j = -E(GC_j) - \rho \text{VAR}(GC_j) \quad (\text{eq. 2})$$

dove $E(GC_j)$ e $\text{VAR}(GC_j)$ indicano la media e la varianza della j -esima opzione. ρ è un coefficiente che esprime l’“avversione al rischio” ($\rho > 0$), per cui se $\rho = 0$ si è in una situazione di neutralità. Per un determinato valore di ρ è possibile tracciare una “curva di indifferenza” nello spazio media-varianza, utile a comprendere le soluzioni verso le quali l’investitore è indifferente, ed eventualmente tra queste selezionare quelle a media e varianza inferiore. Dalla figura emerge chiaramente che le soluzioni A e quelle nello scenario ELE dominano sempre. Solo in un paio di casi (C-GAS and B-ELE) si è in una situazione di indifferenza, con un coefficiente di avversione moderato $\rho = 0.72$.

Fig. 5. Comparazione delle combinazioni nello spazio media-varianza.



Conclusioni

Il contributo ha illustrato un originale approccio stocastico a procedure Life Cycle Costing applicate a interventi di riqualificazione energetica di edifici e la sua applicazione a un caso di studio rappresentativo di una tipologia di edifici particolarmente diffusa in Italia e con bassissime prestazioni energetiche, considerando differenti vettori energetici (gas, elettricità, gasolio).

Il metodo, enfatizzando l'incertezza sottesa ai dati di ingresso del calcolo, e in particolare alle variabili macro-economiche, permette di determinare in modo realistico i benefici attesi e l'incertezza associata e pertanto, impiegato nello sviluppo di politiche per la diffusione di edifici nZEB, può contribuire a ridurre il gap esistente tra rischio reale associato a interventi di riqualificazione energetica e rischio percepito dal mercato.

Bibliografia

Almeida R.M.S.F., Ramos N.M.M., Manuel S., *Towards a methodology to include building energy simulation uncertainty in the Life Cycle Cost analysis of rehabilitation alternatives*, in «J. Build. Eng», n. 2, 2015, pp. 44-51, doi: 10.1016/j.job.2015.04.005.

- Attia S., Eleftheriou P., Xeni F., Morlot R., Ménézo C., Kostopoulos V., Betsi M., Kalaitzoglou I., PAGLIANO L., Cellura M., Almeida M., Ferreira M., Baracu T., Badescu V., Crutescu R., Hidalgo-Betanzos J.M., *Overview and future challenges of nearly zero energy buildings (nZEB) design in Southern Europe*, in «Energy Build», n. 155, 2017, pp. 439-458, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.09.043.
- Baldoni E., Coderoni S., D’Orazio M., Di Giuseppe E., Esposti R., *The role of economic and policy variables in energy-efficient retrofitting assessment. A stochastic Life Cycle Costing methodology*, in «Energy Policy», n. 129, 2019, pp. 1207-1219, doi: 10.1016/j.enpol.2019.03.018.
- Bodie Z., Kane A., Marcus A.J., *Investments*, 2018.
- Burhenne S., Tsvetkova O., Jacob D., Henze G.P., Wagner A., *Uncertainty quantification for combined building performance and cost-benefit analyses*, in «Build. Environ», n. 62, 2013, pp. 143-154, doi: 10.1016/j.buildenv.2013.01.013.
- CA EPBD, *Implementing the Energy Performance of Buildings Directive - Featuring Country Reports 2012, 2013*. www.epbd-ca.eu (accessed November 7, 2019).
- CEN European Committee Pfor Standardization, *EN 15459-1:2017. Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings - Part 1: Calculation procedures, Module M1-14*, 2017.
- Copiello S., Gabrielli L., Bonifaci P., *Evaluation of energy retrofit in buildings under conditions of uncertainty: The prominence of the discount rate*, in «Energy», n. 137, 2017, pp. 104-117, doi: 10.1016/j.energy.2017.06.159.
- D’Orazio M., Di Giuseppe E., Esposti R., Coderoni S., Baldoni E., *A probabilistic tool for evaluating the effectiveness of financial measures to support the energy improvements of existing buildings*, in «IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.», vol. 415, 2018, 012003, doi:10.1088/1757-899X/415/1/012003.
- Das P., Van Gelder L., Janssen H., Roels S., *Designing uncertain optimization schemes for the economic assessment of stock energy-efficiency measures*, in «J. Build. Perform. Simul», n. 10, 2017, pp. 3-16, doi: 10.1080/19401493.2015.1099054.
- Di Giuseppe E., *Progettare edifici NZEB in clima mediterraneo. Strategie ed esempi progettuali per nearly Zero Energy Building*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna 2016.
- Di Giuseppe E., Iannaccone M., Telloni M., D’Orazio M., Di Perna C., *Probabilistic life cycle costing of existing buildings retrofit interventions towards nZE target: Methodology and application example*, in «Energy Build», n. 144, 2017a, pp. 416-432, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.03.055.
- Di Giuseppe E., Massi A., D’Orazio M., *Probabilistic Life Cycle Cost Analysis of Building Energy Efficiency Measures: Selection and Characterization of the Stochastic Inputs through a Case Study*, in «Procedia Eng.», 2017b, pp. 491-501, doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.208.
- Di Giuseppe E., Massi A., D’Orazio M., *Impacts of Uncertainties in Life Cycle Cost Analysis of Buildings Energy Efficiency Measures: Application to a Case Study*, in «Energy Procedia», n. 111, 2017c, pp. 442-451, doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.206.
- Economidou M., Tedeschi V., Bertoldi P., *Accelerating energy renovation investments in buildings*, 2019, doi: 10.2760/086805.
- EEFIG, *Energy Efficiency – the first fuel for the EU Economy*, 2014.
- Energy Efficiency 2017*, doi: 10.1787/9789264284234-en.

- European parliament, *Directive 2002/91/CE of the European Parliament and of the Council of 6 December 2002 on the energy performance of buildings*, Communities, 2002.
- European parliament, *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*, in «Off. J. Eur. Union», 2010, <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>.
- EU, *Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU*, OJ L 81. 55, 2012, pp. 18-36, doi: 10.3000/19770677.L_2012.081.eng.
- EU, *countries'2013 cost-optimal reports, Part 1 | Energy*, (n.d.), <https://ec.europa.eu/energy/en/content/eu-countries-2013-cost-optimal-reports-part-1> (accessed November 20, 2019).
- European commission, *Annex "Accelerating clean energy in buildings" to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, Clean Energy For All*, 2016, pp. 1-10.
- European commission, *Commission Recommendation (EU) 2016/1318 of 29 July 2016 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings*, in «Off. J. Eur. Union», 2016, pp. 46-56, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016H1318&from=EN>.
- European commission, *Commission Recommendation (EU) 2016/1318 of 29 July 2016 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings*, 2016.
- European parliament, *Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012*, in «Off. J. Eur. Union», n. 55, 2012, pp. 1-28, doi: 10.3000/19770677.L_2012.081.eng.
- Eurostat, *Cooling and heating degree days by NUTS 2 regions - annual data*, 2017, http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/nrg_chddr2_a (accessed June 14, 2018).
- Ferrara M., Monetti V., Fabrizio E., *Cost-optimal analysis for nearly zero energy buildings design and optimization: A critical review*, in «Energies», n. 11, 2018, doi: 10.3390/en11061478.
- Gluch P., Baumann H., *The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making*, in «Build. Environ», n. 39, 2004, pp. 571-580, doi: 10.1016/j.buildenv.2003.10.008.
- Ilg P., Scope C., Muench S., Guenther E., *Uncertainty in life cycle costing for long-range infrastructure. Part I: leveling the playing field to address uncertainties*, in «Int. J. Life Cycle Assess», n. 22, 2017, pp. 277-292, doi: 10.1007/s11367-016-1154-1.
- ISO - International Organization for Standardization, *ISO 15686-5 Buildings and constructed assets - Service life planning - Part5: Life-cycle costing*, 2017, doi: 10.5594/J09750.
- Moore T., Morrissey J., *Lifecycle costing sensitivities for zero energy housing in Melbourne, Australia*, in «Energy Build», n. 79, 2014, pp. 1-11, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.04.050.
- Ouyang J., Ge J., Hokao K., *Economic analysis of energy-saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation*, in «Energy Policy», n. 37, 2009, pp. 140-149, doi: 10.1016/j.enpol.2008.07.041.
- Paoletti G., Pascuas R.P., Perneti R., Lollini R., *Nearly Zero Energy Buildings: An overview of the main construction features across Europe*, in «Buildings», n. 7, 2017, doi: 10.3390/buildings7020043.

- Pittenger D., Gransberg D.D., Zaman M., Riemer C., *Stochastic Life-Cycle Cost Analysis for Pavement Preservation Treatments*, in «Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board», n. 2292, 2012, pp. 45-51, doi: 10.3141/2292-06.
- Re Cecconi F., *Epistemic Uncertainty Propagation in Service Life Prediction Using the Factor Method*, in Int. Conf. Durab. Build. Mater. Components, Porto 2011, pp. 1-9.
- Saltelli A., Ratto M., Andres T., *Global Sensitivity Analysis: The Primer*, John Wiley & Sons, Chichester 2008.
- Scope C., Ilg P., Muench S., Guenther E., *Uncertainty in life cycle costing for long-range infrastructure. Part II: guidance and suitability of applied methods to address uncertainty*, in «Int. J. Life Cycle Assess», n. 21, 2016, pp. 1170-1184, doi: 10.1007/s11367-016-1086-9.
- Sesana M.M., Salvalai G., *Overview on life cycle methodologies and economic feasibility for nZEBs*, in «Build. Environ», n. 67, 2013, pp. 211-216, doi: 10.1016/j.buildenv.2013.05.022.
- The European parliament and the Council of the European union, *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*, 2018.

Senso, significato, limiti e possibilità dell'intervenire sul costruito esistente

Perché riqualificare: riutilizzo e riqualificazione dell'esistente come primaria strategia eco-sistemica

Intervenire sul costruito esistente è una necessità dettata da diverse urgenze che generalmente partono da ragioni semplici e individuali, così descritte da Alberto Alessi:

Si costruisce sul costruito semplicemente perché risulta economicamente vantaggioso sfruttare il lavoro già fatto da altri; oppure perché è impossibile ottenere permessi o indici edilizi sufficienti per realizzare nuove costruzioni in zone appetibili come sono spesso quelle dove sorgono gli edifici 'storici'. Altre volte si decide di adeguare l'esistente per ragioni personali, per salvare la casa di famiglia come un pezzo della propria storia che non si vuole perdere; oppure per ragioni collettive, quando intervenire sull'esistente risulta l'unico modo di ravvivare e di dare permanenza alla memoria culturale cristallizzata negli edifici, senza renderli sterili oggetti da museo (Alessi, 2011).

Le urgenze diventano più complesse se si includono le necessità energetico-ambientali, eco-sistemiche e del benessere psico-fisico. In sostanza, intervenire sull'edificato esistente può diventare un'occasione unica per migliorare le prestazioni del manufatto e del contesto, in particolar modo se si innalzano gli standard qualitativi, fino a equipararli a quelli delle nuove costruzioni, se si migliorano le prestazioni energetiche, se si potenzia la funzionalità globale dell'edificio e se si assumono come dati della riprogettazione i nuovi modelli del vivere contemporaneo e i nuovi profili dell'utenza. Di conseguenza, riqualificare significa ridare/restituire una dimensione qualitativa a qualcosa di

costruito che già esiste e che, per molteplici ragioni, ha perso gli attributi qualitativi originari. Per estensione e in considerazione di mutate esigenze, indica anche l'introduzione di nuove qualità non contemplate all'origine, tra cui quelle eco-sistemiche. È evidente che le operazioni di riqualificazione edilizia debbano essere condotte sul quel costruito esistente di cui si è dimostrata l'opportunità e l'appropriatezza dell'azione di riutilizzo. Il termine riqualificare, inevitabilmente, include il concetto di "qualità" su cui, in architettura, è fondamentale trovare un pensiero condiviso perché esso spazia da attributi qualitativi tecnici (misurabili) ad attributi qualitativi estetici (non misurabili e variabili per epoca e cultura). In questo testo si farà maggiore riferimento alla necessità di qualità eco-sistemica, considerandola una potenziale matrice di quella estetico-formale, specie se riferita al costruito esistente degradato, dando per scontati gli attributi qualitativi tecnici.

Ecosostenibilità come "new deal" nel progetto dell'esistente

Il rapporto con l'ambiente è diventato un tema etico che richiede la perdita di ogni connotazione ideologica per acquisire il carattere di necessità e di urgenza. L'architettura è per eccellenza l'operazione di trasformazione dei luoghi. Il pensiero di Christian Norberg-Schulz vede il compito dell'architetto come l'azione utile a creare spazi significativi per aiutare l'uomo ad abitare, attraverso la comprensione e il rispetto del luogo. L'architettura non può perciò limitarsi alla semplice percezione della natura come alterità estetica, ma deve partire dalla constatazione di dover agire per necessità all'interno di un contesto/risorsa che, se non diventa oggetto di cura, se non diventa trattazione disciplinare interconnessa alla progettazione stessa, è destinato a esaurirsi. Le azioni dell'architetto devono perciò includere nella genesi del progetto il contesto in cui la costruzione va a inserirsi, inteso non solo come "spirito del luogo" ma in tutte le varie relazioni che il manufatto instaura nel presente e quelle che instaurerà nel futuro all'interno del suo circostante. Tutto ciò coniuga il trilemma della sostenibilità (aspetti ecologici, economici e sociali), attraverso la multidisciplinarietà progettuale che sposta il paradigma verso un nuovo modello capace di contribuire alla corretta gestione delle risorse e all'equilibrio con l'ecosistema. In questo senso l'ecosostenibilità diventa vera e propria "matrice", nel senso letterale del termine che deriva da *māter mātris* ossia generatrice, ma anche nel suo significato matematico che indica un "insieme ordinato di elementi" dalla cui interrelazione emergono i risultati. In questa direzione, l'architettura perde quella connotazione eminentemente estetica che inneggia all'originalità del ma-

nufatto¹, a favore di un processo che tiene in debita considerazione l'equilibrio con e dell'ambiente in cui si colloca. Tuttavia l'ecosostenibilità non va intesa semplicemente come un insieme di tecniche che si possono adoperare nel progetto di architettura per ridurre i consumi di energia ma essa diventa approccio strategico di tipo culturale, che propone di ripensare le pratiche dell'architettura all'interno del contesto natura (*Grossarchitektur* e *Kleinarchitektur*), finalizzando le azioni a ricostruire un sistema di relazioni tra i vari soggetti dell'ecosistema. In molte città europee questa strategia è iniziata già da qualche decennio attraverso operazioni di densificazione (*vs.* lo *sprawl*), finalizzate ad aumentare la volumetria, contestualmente alla riqualificazione dell'esistente, in particolare sul piano energetico. La città compatta, infatti, tende a contrastare gli effetti dovuti proprio ai fenomeni diffusivi, come l'eccessivo consumo di suolo, i fenomeni di congestione urbana, l'aumento dei costi di infrastrutturazione.

Esperimenti di ricucitura, completamenti, innesti e "*infill*", tecniche di densificazione e strategie "*anti-sprawl*" sono ampiamente documentate nelle recenti esperienze di Bijlmermeer ad Amsterdam, nel Technopark di Zurigo, nel Karl Marx Alee a Berlino (Reale, 2008). Tali esperienze non si limitano alla definizione di semplici misure preordinate all'aumento della densità urbana tout court, ma intendono dare forma a una crescita basata su trasformazioni volte a innalzare il livello di qualità del costruito attraverso l'integrazione di nuove prestazioni (energetiche, strutturali, impiantistiche, ecc.), oltre che con l'introduzione di mix funzionali adeguati e la previsione di idonei livelli di dotazioni ecologiche ed ambientali (Ferrante, Cattani, Bartolini, Semprini, 2012).

Senso, significato e possibilità dell'intervenire sul costruito esistente: visione sistemica e concept eco-sostenibile alla base del progetto sull'esistente

Esistente come bene comune. Una parte del costruito è rappresentato dal rilevante patrimonio edilizio (pubblico e privato), prevalentemente trascurato, sottoutilizzato e degradato. Le città e tutto questo vasto e diversificato patrimonio immobiliare assumono la dimensione di bene comune (Rodotà, 2015; Di Biagi²,

¹ In proposito, Robert Byron e Franco La Cecla attribuiscono le ragioni fondamentali della deriva estetica alla carenza di una seria critica architettonica, capace di stigmatizzare quanto l'involucro e la sua forma stiano diventando sempre più operazioni di packaging e sempre meno articolazione di spazi e comportamenti.

² Cfr. anche le sue attività all'interno del laboratorio città pubblica.

http://www.laboratoriorapu.it/Plans_Project/Download/Lezioni/Lezione%205/lessoncittapubblica.pdf.

2009) meritevole di azioni volte alla riqualificazione. Lasciare questi luoghi e queste costruzioni a un rinnovato uso da parte dei fruitori e della collettività, ottenuto attraverso percorsi di trasformazione, adeguamento, miglioramento e riqualificazione che tengano conto degli equilibri ambientali, costituisce l'inizio di una fase di rigenerazione e di riconversione ecologica delle città³. Sono parte fondante del bene comune le città (Rodotà, 2015, papa Francesco⁴) e prioritariamente tutto il vasto e diversificato patrimonio immobiliare pubblico, demaniale, pubblico-privato; tra questi vanno inclusi gli insediamenti di edilizia residenziale pubblica. Sebbene la dimensione qualitativa ci riporti una immagine di degrado, a volte di dismissione e disuso, o di uso improprio e di sottodimensionamento e inadeguatezza rispetto all'utilizzo che se ne fa, tale patrimonio rappresenta una ricchezza per la collettività perciò è una risorsa da cui ripartire per rinnovare gli ambiti urbani (Valente, 2014).

Esistente VS ex novo. A livello europeo, la ricerca e l'applicazione di metodologie e tecnologie ecosostenibili che accompagnano la progettazione relativa alle nuove costruzioni sono molto sviluppate e offrono la possibilità di fare scelte appropriate fin dalla fase iniziale della progettazione, divenendo parte integrante del *concept*. Queste strategie innovative sono orientate verso azioni integrate, finalizzate a progettare soluzioni che, alla riduzione della incidenza ambientale, al miglioramento della qualità degli spazi urbani e al miglioramento degli standard di benessere, associano la produzione di nuove architetture portatrici di caratteri linguistici della contemporaneità fortemente connotati. Ciò non vale per lo *stock* edilizio esistente perché sussistono incertezze, problematicità e criticità legate alla loro rigidità delle condizioni dello stato di fatto, sia dal punto di vista fisico e morfologico che amministrativo e gestionale. I dati sul settore edilizio riportano che l'attuale mercato vede in un anno la realizzazione dell'1% di nuove costruzioni e ciò indica che la restante quota del 99% riguarda edifici esistenti. Di contro, gli interventi di sostituzione, in Europa, si aggirano solo intorno al 1-2%. Nella peggiore delle ipotesi, nel 2050 sopravvivrà ancora il 70% degli edifici esistenti⁵, buona parte dei quali (per un fisiologico effetto di decadimento materiale particolarmente rilevante negli edifici realizzati nel secondo dopoguerra), versano già ora in condizioni di deterioramento all'interno di aree urbane, anch'esse deteriorate sia sul piano sociale che ambientale (ANCE, 2014; Cresme, 2014). Le azioni sulle costruzioni, dunque, in un'ottica

³ Si consulti in proposito il progetto Metro-Matrix.

⁴ Enciclica *Laudato si'*, 2015.

⁵ I dati sono stati prelevati dai documenti della *Sustainable Development Commission*, 2005.

sostenibile, sono la risposta più efficace per mettere in campo strategie tese a limitare il degrado degli ambienti naturali, evitando di privilegiare essenzialmente l'aspetto energetico, legato alla sola necessità di soddisfare le norme di riferimento. Con ciò si vuole intendere che è fondamentale trovare chiavi di lettura interpretative di casi pilota che possano offrire indicatori di nuova qualità e rappresentare innovativi criteri di progettazione per costruire sul/nel costruito in maniera da essere riferimento per una rinnovata modalità progettuale.

Rigenerazione urbana e riqualificazione architettonica. Per superare le criticità delle città contemporanee e incidere contemporaneamente sugli equilibri dell'ecosistema, l'attenzione delle politiche nazionali ed europee pone al centro del dibattito e delle prospettive di *governance* la transizione da cicli di espansione urbana a cicli di rigenerazione delle città in cui vi sia incremento della qualità ambientale, intesa sia in relazione all'ecosistema che in relazione alle specificità dell'ambiente urbano (Zucchi, 2011). La rigenerazione urbana, utilizzando azioni rivolte alle architetture, ai comparti e ai territori, opera in considerazione delle risorse disponibili e del loro uso razionale ed efficiente; in questo senso ha effetti ecosostenibili⁶ perché è finalizzata a portare un miglioramento ambientale nelle aree urbane, assumendo così un significato inclusivo che contempla approcci multiscalari, multiculturali e multidisciplinari. All'interno di questa logica, la rigenerazione passa attraverso vari percorsi che vanno dalla trasformazione fisica di alcune parti di città alla trasformazione tecnologica e di *governance*. Sono suoi strumenti il riciclo sostenibile degli edifici, la riqualificazione di ambiti urbani e periurbani, la densificazione e la ridefinizione del sistema insediativo di parti di città. In questo senso, la rigenerazione si declina sempre più non come sommatoria di interventi tecnici ma come processo di riconnessione tecnologica tra risorse, spazi e abitanti, in sostanza come coinvolgimento inclusivo di risorse umane e sociali finalizzate a rigenerare le risorse fisiche della città (Vicari Haddock, Moulaert, 2009).

Riqualificazione tra retrofit ecosostenibile e nuove potenzialità morfologiche: individuazione di misure fisiche e di processo

La "qualità", dunque, intesa come capacità di soddisfare esigenze, immateriali e materiali, sociali ed economiche che riguardano la vita civile e produttiva, è una

⁶ Si vedano in proposito: Copenhagen Climate Plan, Rotterdam Initiative Plan, Boston Resilience Plan, Accessible London, New York Rebuilding and Resilience Initiative.

caratteristica che nell'ambiente (inteso come ecosistema) è andata gradualmente riducendosi. Per conservare la qualità residua e per recuperare e rimettere in circolo quella perduta occorrono strategie ecosostenibili nei processi e nei prodotti, in grado non solo di non alterare l'ambiente ma in grado contemporaneamente di migliorarlo restituendo le qualità dissipate. Anche le città, intese come sotto-sistema all'interno dell'ecosistema ambiente, presentano alterazioni e criticità rese evidenti dal deterioramento dei luoghi e delle costruzioni, dal degrado e dalle dismissioni di interi comparti, da addensamenti e rarefazioni puntuali.

Intervenire sulle parti edificate della città esistente richiede convergenza tra obiettivi e strumenti, tra visioni e regole del gioco, perciò la promozione di azioni verso il patrimonio edilizio esistente pone le basi per percorsi indirizzati verso la sostenibilità dell'abitare all'interno del riconoscimento del valore dell'esistente (permanenza), sia in termini materiali che immateriali (valori fisici e valori relazionali). Si prospettano così nuovi scenari: e nuove possibilità attraverso strategie di intervento, si generano opportunità di estese ricuciture urbane che contribuiscono a riattivare processi di rinnovamento di ampie porzioni di città. Tutto ciò è possibile attivando operazioni di riuso e rifunzionalizzazione, di sostituzione edilizia o di sovrascrittura, di recupero e riqualificazione che contribuiscano alla rigenerazione delle città e alla valorizzazione degli insediamenti, ripensandone gli usi, le funzioni, i significati e i valori, sia degli edifici che dei quartieri. Considerati la varietà e i livelli di degrado, di obsolescenza e di inadeguatezza prestazionale del patrimonio esistente, riqualificare⁷ ha molteplici finalità volte a eliminare la naturale obsolescenza dell'edificio, a ridurre la vulnerabilità sismica del costruito, a migliorare le prestazioni acustiche e quelle termico-energetiche, a garantire accessibilità, migliore fruibilità, sicurezza; a ciò si aggiungono obiettivi non espressamente edilizi ma fondamentali in un'ottica olistica del problema, ossia migliorare le relazioni sociali e fare città ed edifici più belli e godibili. In questa elencazione di obiettivi, si delineano già metodologie e strumenti a supporto delle strategie progettuali, mirate a sviluppare un alto livello di funzionalità dell'*habitat* urbano, un miglioramento della qualità architettonica degli edifici e degli spazi comuni, un'efficienza (o sufficienza) energetica e un'efficacia ecologica dell'assetto insediativo che possa compensare i carichi di emissione di CO₂ della città. In tale processo sono inclusi tutti gli aspetti che riguardano la dimensione collettività del vivere gli spazi:

- dimensione ambientale ed energetica (*retrofit* energetico-tecnologico);

⁷ La riqualificazione è una strategia che va oltre la manutenzione ordinaria; si consulti il Glossario in Appendice.

- dimensione estetica, morfologica, funzionale e spaziale (riqualificazione estetico-formale);
- dimensione sociale e di processo;
- dimensione economica e gestionale.

Retrofit energetico/tecnologico. Le strategie di *retrofit* si configurano come azioni attuali su edifici realizzati in precedenza (retro-azioni) e conseguentemente utilizzano tecnologie attuali più evolute su contesti tecnologicamente meno evoluti, evidenziando con ciò la presenza di un gap tecnologico ed estetico-formale tra le due cronologie che diventa fattore utile alla costruzione di nuove morfologie innestate su vecchi contesti. Trattandosi di interventi traslati nel tempo rispetto alla cronologia originaria, la nuova qualità si basa anche sull'adeguamento alle norme tecniche contemporanee e sul recepimento delle varie istanze che riguardano l'ecosostenibilità e la ricerca estetico-formale e morfologica dell'architettura (Bellomo, Losasso, 2009). L'approccio essenzialmente tecnico, di tipo ingegneristico/impiantistico, infatti, è superabile attraverso una metodologia progettuale integrata che include e raccorda le strategie di miglioramento energetico e tecnologico con quelle volte al miglioramento del *comfort* residenziale e della qualità percettiva degli spazi abitativi.

Riqualificazione estetico-formale. Fattore fondamentale, strettamente connesso con l'aspetto linguistico e morfologico dell'architettura, è la necessità di agire anche sugli aspetti percettivi intesi come esito del processo. Se nell'azione di riqualificazione è insito l'obiettivo fondante che all'oggetto su cui si interviene venga riattribuita una qualità perduta o mai avuta e venga aggiunta una qualità supplementare coerente con la contemporaneità, anche l'aspetto estetico-formale originario non può prescindere da questo processo migliorativo. L'operazione da un lato è più complessa di un progetto *ex novo* perché contempla azioni su configurazioni morfologiche già esistenti, spesso rigide e poco disponibili alle trasformazioni; dall'altro lato ben si presta a interventi che vanno oltre la manutenzione e la conservazione perché gli edifici residenziali pubblici originari, ormai degradati e obsoleti, raramente posseggono requisiti estetico-formali tali da richiederne la salvaguardia.

Il progetto dell'esistente è progetto di architettura

Operare sull'esistente è un'azione ricorrente e «[...] significa rispettare l'identità dei luoghi e operare sulla città per successive stratificazioni, come sempre

è avvenuto nella storia delle città europee, utilizzando le strutture preesistenti come fondamento per le nuove» (Calzolari, 2014). In sostanza, secondo una visione consolidata, è un campo che include azioni di *conservazione* e *restauro* dei beni di interesse storico artistico. Tuttavia oggi questa visione è limitante se estesa a tutta la città perché, sulla scorta anche del pensiero ecologico e dei limiti manifestati dal patrimonio edilizio recente, le azioni sull'esistente contemplano anche e soprattutto azioni di *recupero* e *riqualificazione* che riguardano una grande quantità di edifici costruiti negli ultimi cinquant'anni nelle periferie urbane.

In ogni caso, entrambe le tipologie di intervento necessitano di una impostazione teorica che preveda una profonda conoscenza del manufatto oggetto di intervento, ma, diversamente dalla conservazione e dal restauro, l'operazione di recupero e riqualificazione si caratterizza soprattutto per la tendenza, in fase progettuale, verso la *trasformazione della compagine architettonica* in maniera che si possano attribuire *nuovi valori all'esistente*. Trattandosi infatti di edifici recenti che non hanno ancora stratificato il proprio valore storico, che spesso sono ripetitivi nella loro configurazione geometrica e che l'aspetto estetico-formale, anche in virtù della serialità, risulta oggettivamente di scarsa-media qualità, essi offrono una maggiore libertà interpretativa e ampie possibilità di intervento. In questo senso recuperare e riqualificare diventa un tema di rilevante interesse e attualità perché va aldilà dei tradizionali concetti di "recupero edilizio" di impronta conservativa, offrendo ai progettisti, attraverso un coerente processo progettuale SWAT che sappia declinare fattori interni e fattori esterni, la possibilità di introdurre variazioni importanti al manufatto edilizio (non solo sul piano funzionale, spaziale e tecnologico ma anche sul piano estetico-formale e configurazionale).

Il progetto di riqualificazione che "trasforma l'esistente" spesso è considerato erroneamente riduttivo rispetto al progetto ex novo dagli stessi architetti e dal sentire comune. Visto nella nobile dimensione "metamorfica" sostenuta da Paolo Portoghesi, diventa un'occasione "creativa", soprattutto se l'operazione è condotta secondo un rinnovato processo (innovazione immateriale) capace di contenere il rispetto per l'ambiente, la conoscenza dei contesti e le potenzialità della tecnologia. Acquisendo i parametri della disponibilità alla trasformazione che l'esistente possiede, il progetto deve coniugare i nuovi modelli di vita contemporanea con l'aumento della funzionalità globale dell'edificio, con il miglioramento dell'efficienza tecnologica ed energetica e con un riequilibrio dei rapporti sociali.

Dunque, è *inevitabile* che i contesti originari si trasformino; ciò che è importante è governare tali processi attraverso lo strumento della progettazione in maniera che, agendo sull'esistente, il progetto porti a una metamorfosi del contesto. In questo percorso, l'architetto, uscendo dalla propria *comfort zone*, esercita la sua capacità interpretativa e propositiva e, attraverso il suo apporto

progettuale e la sua volontà d'arte, può proporre un'estetica della riqualificazione ecosostenibile non solo tecnica o solo artistica ma soprattutto sociale.

Trasformare per riqualificare e riconfigurare. L'architettura potenziale, la disponibilità alla trasformazione e la metamorfosi

Tra costruito e tempo si instaura un rapporto che non persegue la perennità ma l'incertezza, intesa come *potenziale di trasformazione* nell'accezione strettamente legata al concetto di qualità architettonica. «[...] la trasformazione non va vista come qualcosa di negativo, di maligno da cui difendersi e a cui opporre resistenza a priori, ma come una forza che, se ben pilotata e indirizzata, può dare i suoi frutti e dimostrarsi benigna» (Brandolini, 2004). La possibilità di trasformazione di un manufatto edilizio è correlata alle sue *caratteristiche di trasformabilità* e comporta un «progressivo superamento delle tipologie morfologiche tradizionali verso una complessiva complessificazione degli organismi, che spinge per una tendenza a smaterializzare le forme, o a rispondere alla performance con evoluzioni distributive, di superficie, di rapporti pieni/vuoti» (Dierna, 2010) che nel loro insieme producono quel sano “disordine urbano” auspicato da Lucien Kroll.

La *disposizione alla trasformazione* del costruito esistente è una *potenzialità dell'architettura*⁸, una disponibilità a mutare l'identità attraverso l'azione progettuale e ad accogliere un'altra architettura, potenziale anche questa; è una caratteristica di natura tanto tecnica quanto culturale che ha trovato attuazione anche nel passato, consentendo di tramandare alla contemporaneità manufatti di differente valore. Tali manufatti si sono rivelati in grado di accogliere al proprio interno i mutamenti necessari a garantirne una piena conservazione e una nuova vita, caratterizzandosi spesso per le radicali modificazioni della consistenza morfologica e costruttiva e della destinazione funzionale; questo potenziale definisce la *trasformazione possibile*.

Tale disposizione è particolarmente riscontrabile nell'ingente patrimonio edilizio costruito a partire dal secondo dopoguerra. Fattori di disponibilità alla trasformazione sono la ridotta durabilità di queste costruzioni (conseguenza dei requisiti di economicità e di velocità di realizzazione), le condizioni di scarsa prestazione degli elementi tecnici e dell'organismo edilizio nel suo complesso, nonché la qualità figurativa dei manufatti. Viceversa, l'*opposizione alla trasforma-*

⁸ Sul tema dell'architettura potenziale si consulti in proposito E. Walker, *Architettura potenziale*, risultato del lavoro svolto durante gli ultimi anni con gli studenti della Scuola di Master in Architettura della Columbia University di New York.

zione individua il limite delle azioni possibili: la prefabbricazione e la standardizzazione, molto utilizzate nell'edilizia residenziale pubblica e nell'edilizia industriale, rappresentano un fattore di rigidità. In sostanza, è proprio nella debolezza d'origine e nella scadente qualità del parco edilizio che deriva la maggiore disposizione alla trasformazione, certamente più ampia nei casi in cui lo schema strutturale è "a scheletro", meno ampia nei sistemi strutturali "a pannelli" o "a tunnel".

L'accentuata vocazione alla trasformazione consente una maggiore libertà al *progetto dell'esistente* e la possibilità di conferire nuovi significati e valori, in sostituzione o in aggiunta, a quelli già rilevabili. È così possibile individuare/distinguere una gamma di linguaggi della trasformazione che, in funzione della qualità architettonica complessiva dell'esistente, della disponibilità alla trasformazione dell'edificio e delle mutate esigenze da considerare, si muovono fra gli estremi della continuità e del contrasto, della mimesi o della profonda riplasmazione (Zambelli, 2004), producendo una nuova e ampliata disponibilità alla trasformazione, segnando così il continuo modificarsi dell'architettura nel tempo.

[...] Ma vorrei dire qualcosa sulla parola *metamorfosi*, sinonimo nobile di trasformazione che implica l'ascolto dell'aspetto dell'architettura che non appartiene a chi la progetta e la costruisce, ma all'oggetto stesso che nasce nella nostra mente, ma che non ci appartiene totalmente, non è solo frutto della nostra mente, possiede una sua vita e una sua autonomia (Portoghesi, 2012).

L'architettura sarebbe allora qualcosa che deriva da un unico archetipo [...]. Questa idea di un ente in continua possibile trasformazione richiama la teoria heideggeriana nel rapporto tra passato e avvenire. [...] L'inesauribile *potenza metamorfica dell'iniziale* è proprio ciò che si manifesta nell'inesauribile serie di figure architettoniche create dall'uomo, che non possono liberarsi di quell'archetipo inventato – come afferma Vitruvio – non solo per difendersi dalle intemperie, ma per il gusto di stare insieme dentro qualcosa di costruito. [...] Trasformare, trasformarsi, dunque, è qualcosa di implicito nell'essenza dell'architettura, è in un certo senso il suo destino, ma forse è giusto che il legame inevitabile con l'iniziale non sia abbandonato all'inconscio, ma consolidato nella consapevolezza (*ibid.*).

Il progetto dell'esistente come prodotto estetico-formale di un processo: dalla "potenza metamorfica iniziale" alla "metamorfosi finale"

Considerato che la pratica progettuale produce l'oggetto architettonico, esso si realizza attraverso una determinata configurazione (formale e strutturale) dello spazio all'interno di una compagine ambientale in cui si compiono le

azioni umane. Con riferimento all'aspetto "comunicazione, linguaggio e segni", si annota che negli ultimi decenni la produzione architettonica ha espresso un potenziamento dell'aspetto segnico dell'architettura al punto da privilegiare così tanto la componente estetico-formale (linguaggio) da farla diventare prevalente criterio di generazione dell'oggetto architettonico e prioritario criterio di valutazione e di gerarchizzazione della qualità architettonica, spesso a discapito della stessa ragione di essere dell'oggetto architettonico.

Tuttavia, il solo esame dell'apparato estetico-formale di un oggetto architettonico non è utile, né sufficiente, a comprendere le ragioni di un'architettura, a spiegare quali siano le motivazioni e quali i processi utili e necessari a trasformare determinati bisogni in spazio, struttura e forma, dunque in architettura. Tale esame visivo, infatti, essendo una operazione a posteriori, è perciò cronologicamente consequenziale e interpretativo, dunque anche potenzialmente soggettivo perché vi entrano in gioco memorie, pattern di riferimento, elaborazione di archetipi, metafore di chi effettua la lettura, ciò che Umberto Eco ha chiamato "sovrainterpretazione".

All'interno di tali considerazioni,

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) ma in quella dei mutamenti relativi e parziali di quanto già dato: prodotti edifici, sistemi fisici e immagini che già esistono» (Di Battista, Pinto, Fontana, 1995).

Nel "progetto dell'esistente" ciò che già esiste è invece il soggetto, è esso che dichiara i propri limiti e le proprie potenzialità; è il sistema stesso che rivela all'osservatore le proprie specifiche opportunità di conservazione o trasformazione. L'esistente diviene, insomma, il portatore di un proprio codice che è indispensabile conoscere per concepire qualsiasi progetto di esso. È come dire che le previsioni vanno esercitate sul futuro di quanto esiste [...] (Nesi, 2010).

L'architetto che progetta l'esistente, con l'attitudine alla sintesi creativa che è propria della progettazione, quando esce dalla sua zona di *comfort* che la storia gli ha attribuito, può e deve farsi carico dell'operazione di lettura, di reinterpretazione e di sovra-scrittura e, attraverso un vocabolario rinnovato e strumenti di innovazione tecnologica, deve orientarsi verso il rinnovo morfologico del costruito esistente. In definitiva, la progettazione per la riqualificazione di edifici può diventare propositiva (*active design*) se utilizza l'innovazione tecnologica e l'innovazione di processo (Bellomo, 2010). Così operando, diventa laboratorio

attivo di una molteplicità di saperi, apparentemente disgiunti, che, includendo quelli storicamente costituenti la grammatica e la sintassi dell'architettura, declinano nuove metodologie di approccio quali la flessibilità, la resilienza, la sostenibilità e la compatibilità ecologica. All'interno di questo nuovo sistema complesso di relazioni, il "progetto di architettura" trova la sua più coerente dimensione se si inserisce come strumento operativo che, partendo dall'indagine per un possibile cambiamento dell'esistente, utilizzando l'innovazione tecnologica e finalizzando le azioni all'attuazione del potenziale di trasformazione edilizia e urbana che i vari contesti richiedono/offrono, sia capace di metabolizzare senso e misura di tale complessità, trasformandola in spazi, luoghi, contesti e manufatti in cui i comportamenti degli uomini si possano compiere con equilibrio, inclusività, completezza ed efficacia (Radogna, 2013).

L'architettura diventa quindi un processo e non un prodotto e poiché la qualità dei risultati dipende dalla qualità dei processi, l'esito progettuale è in stretta relazione con la prassi. In sintesi, il progetto d'architettura assume così un ruolo strategico perché:

- generato dalle necessità di riqualificazione morfologica e funzionale che i contesti (fisici e umani) richiedono;
- tarato su obiettivi ecologici e sostenibili che lo pongono in una più corretta relazione con la natura;
- attuando quei processi di rigenerazione utili al benessere dell'uomo e dell'ambiente;
- sostenuto dall'innovazione tecnologica che lo guida;
- produce *nuove qualità estetico/formali* basate sulla interrelazione di più saperi, perciò più ampie e condivise.

In molti casi di riqualificazione si riscontra la presenza contestuale di approcci diversi, interagenti in diversa misura e diversa intensità, riconducibili ad alcuni specifici capisaldi (approccio bioclimatico, approccio morfologico e approccio tecnologico) che diventano vere e proprie azioni trasformatrici complesse. Gli effetti "metamorfici" si possono classificare secondo quattro famiglie fondamentali trasformatrici:

- trasformazioni planimetriche funzionali e bioclimatiche (*support/infill*):
 - azioni di trasformazione delle unità planimetriche;
 - azioni di trasformazione delle coperture (*roof garden*);
- trasformazioni volumetriche funzionali, morfologiche e bioclimatiche (*support/infill*):
 - azioni di sottrazione di volumi;
 - azioni di addizione di volumi;

- trasformazioni tecnologiche:
 - azioni di integrazioni tecnologiche di superficie e involucri;
 - azioni di integrazione di apparecchi tecnici;
- trasformazioni complementari:
 - azioni sugli spazi aperti;
 - eliminazione di barriere;
 - azioni sulla vegetazione.

Il paradigma degli interventi sul costruito esistente si compone di una pluralità di elementi: è possibile agire in differenti modi, fino a inserire nuove funzioni, nuovi volumi e nuove morfologie per ottenere nuovi spazi, ottenendo metamorfosi della struttura profonda (*deep structure*) e/o metamorfosi della struttura di superficie (*surface structure*) dell'esistente; tutto ciò senza consumare aree libere e luoghi destinati ad attività collettive, contribuendo a raggiungere obiettivi di ecosostenibilità.

Architetture ed espressività nel progetto dell'esistente

Ciò premesso, con riferimento agli aspetti figurativi dell'architettura, il rinnovamento perseguito attraverso la ricerca focalizzata solo sul linguaggio estetico-formale ha commesso e commetterebbe tuttora un errore di fondo. Lo rivela il post-moderno che ha tentato di riproporre forme del passato, oppure lo rivelano i più contemporanei movimenti quali l'*high-tech* e il decostruttivismo quando si avvalgono esclusivamente di valori visivi per esprimere se stessi piuttosto che creare legami profondi con i contesti e con le condizioni ivi presenti. Una certa architettura, infatti, sta diventando sempre più una disciplina autoreferenziale che parla solo a se stessa e su se stessa, indifferente ai reali bisogni e alle reali necessità complessive del contesto e dell'uomo. Questo approccio privilegia ed esalta il valore iconico che, se fino alla metà del secolo scorso era limitato ad alcuni episodi legati alla rappresentatività istituzionale, ora è diventato così importante da essere preso in considerazione anche per gli interventi più minuti. Non può dirsi lo stesso del concluso ciclo dell'architettura razionalista, pur con i suoi limiti e le sue responsabilità, e delle sue forme di espressione che, va ricordato, non rappresentavano affatto una novità esclusivamente formale quanto piuttosto una trasformazione profonda della pratica teorica progettuale nella cui matrice certamente l'incidenza ambientale ha avuto un peso contenuto perché non ancora noti i "limiti dello sviluppo".

La nuova sfida dell'architettura è quindi ripensare alla sua stessa essenza per ritrovare una consapevole compatibilità con l'ambiente. Già Vitruvio poneva

enfasi sulla relazione tra architettura e contesto (geografico-climatico): «Lo stile degli edifici deve essere differente in maniera manifesta in Egitto e in Spagna, nel Ponto e a Roma, e nei paesi e regioni con caratteristiche differenti. Una parte della terra è bruciata dal calore del sole, un'altra è gelata; per ultima esiste una zona affetta da una radiazione solare, però a distanza moderata», dove la parola stile sta a indicare segni e sistemi di segni riconoscibili. Questo mostra come l'uomo abbia avuto sempre la capacità di assimilare le condizioni del luogo e di costruire entrando in dialogo con queste condizioni, rispondendo con modelli insediativi differenti, capaci di intercettare i differenti caratteri locali.

Tuttavia, il concetto di ambiente ha acquisito connotazioni tali da far credere che esista un'architettura corretta, quella conforme dal punto di vista ambientale, e una scorretta, cioè non conforme dal punto di vista ambientale, tanto è che accanto al termine stesso "architettura" vengono poste, con sempre maggiore enfasi, aggettivazioni quali ecologica, sostenibile, bioclimatica, quasi ad affermare una qualificazione accessoria e di complemento al suo senso stesso. Occorre, invece, ricondurre il discorso al senso dell'architettura come atto di trasformazione dell'ambiente che abbia insite a tal punto l'etica, la razionalità, la sensibilità e la capacità tecnica, da produrre un progetto che risulti il più possibile confortevole, appropriato, funzionale e congruo nel rapporto con l'ambiente e che possenga "sempre" e non "anche" requisiti estetici: in una parola sola un "progetto di architettura". Facendosi interprete e portatore di istanze ambientali condivise e di volontà comuni, il progetto di architettura diventa uno strumento fondamentale per controllare le scelte di trasformazione di un territorio e per riformulare la morfologia urbana alterata. In sintesi, i tre assi portanti dell'architettura e della cultura del progetto restano sempre:

- l'etica intesa come senso di responsabilità;
- l'estetica intesa come amore per la bellezza;
- l'euristica intesa come coraggio delle idee.

Raffrontando gli atteggiamenti dei principali architetti che hanno operato in termini di sostenibilità, si riscontrano differenti scuole di pensiero e di azione che hanno prodotto architetture con "morfologie e figurazioni" diversificate. L'architettura cosiddetta ecosostenibile, oltre a produrre una macchina più economica (Bill Dunster), ha avuto diverse declinazioni: orientata a produrre un edificio che utilizza materiali del luogo (George Reinberg), o un involucro energetico ben calibrato (Rolf Disch), oppure ancora una suggestione con attributi di sostenibilità (Renzo Piano). In alternativa potrebbe essere un ecosistema che emula la biologia naturale (Kenneth Yeang) o, infine, un manufatto basato su un concetto ecosistemico in cui i comportamenti degli uomini possono essere indotti a modificarsi (Richard Rogers).

Indirizzi per la formulazione di un'estetica della sostenibilità

Partendo da questi presupposti e indagando i più recenti orientamenti e le più recenti attività, si può esaminare se e come si sia delineato un nuovo linguaggio architettonico conseguente alla ecosostenibilità che non sia solo frutto di recupero vernacolare e tradizionale di tecniche antiche assurgibili a segni e sistemi di segni e neppure sia una riacquisizione di noti canoni estetici declinati con forme di adattamento agli obiettivi di ecosostenibilità; peggio ancora, che non sia una esasperata esibizione di sistemi tecnologici volti al risparmio energetico o alla produzione di energia ma che abbia i criteri di un nuovo modo di fare architettura volto a esprimere i valori del proprio tempo. Ragionare dunque su una possibile *estetica della sostenibilità*, così come ideologicamente intesa da chi attinge ai variegati criteri specifici delle nuove architetture, è già difficile e complesso; lo diventa ancora di più e in misura esponenziale quando si tratta di interventi di riqualificazione che operano sull'esistente. Questo accade perché non si parte dalla possibilità di creare un nuovo ecosistema, come accade per le nuove costruzioni, ma dalla necessità di trasformare una macchina non funzionante, quale è un edificio già costruito. Per dirla con Yeang, l'edificio esistente è già una pregressa grande ferita non rimarginata; si può aggiungere che, come tale, potrebbe essere in procinto di estendere la sua infezione al contesto se non si interviene a sanarla e a trasformare la malattia in opportunità e risorsa.

È un dato, tuttavia, che negli ultimi decenni una buona parte degli architetti, non avendo una consapevolezza specifica sui temi della ecosostenibilità perché smarritasi tra gli obiettivi della modernità e dentro i percorsi di studio, si stia formando sul campo, in modo graduale e spesso disomogeneo, attingendo in maniera spontanea e poco sistemica all'utilizzo di soluzioni tecniche che provengono dai più disparati settori (edilizia e materiali tradizionali, strumentazioni tecnologiche, sperimentalismi sul mercato) tentando di proporre nuove modalità di sviluppo della progettazione. In conseguenza di questo, convivono da un lato modelli architettonici tipologicamente e morfologicamente tradizionali, dall'altro soluzioni tecnologiche e impiantistiche spinte, finalizzate al soddisfacimento di uno o più requisiti di carattere energetico e/o ambientale. Per esempio, molti nuovi edifici si risolvono totalmente nella pelle che li veste, mentre i rapporti dimensionali, le relazioni spaziali, la dialettica tettonica spesso non sono più tema di indagine e di proposta, cosicché il confronto e la lettura avvengono a livello di superficie. In altri casi, la necessità di comunicare in maniera molto esplicita la scelta sostenibile di impronta non vernacolare ha portato a esporre gli elementi tecnici più innovativi in modo eccessivo, esasperandone le forme, i colori e la visibilità; questo da un lato ha creato una sorta di "folklore sostenibile", dall'altro ha permesso di

creare un immaginario di nuovi riferimenti comuni che hanno radicato alcuni elementi fondamentali del vocabolario tecnico e formale della sostenibilità; nel novero ci sono i già menzionati involucri tecnologici e gli apparati e strumenti tecnico-impiantistici esibiti come simboli che, seppure celano un profondo lavoro tecnico, non sempre corrispondono a una estroflessione della spazialità interna e della cultura architettonica che la sottende.

L'osservazione dei contesti e degli interventi più recenti permette di evidenziare che questa nuova cultura del progetto "socialmente ed energeticamente consapevole" comincia a produrre elementi e caratteri, in alcuni casi segni, che tendono verso un codice costruttivo autonomo e, man mano che l'esperienza, l'uso e la gestione consapevole di soluzioni tecnologicamente innovative si perfezionano, sembra che i segni prodotti riducano gradualmente la loro caratterizzazione morfologica rispetto alle espressioni iniziali fortemente connotate. In questo senso, l'utilizzo di tecnologie innovative, di nuovi materiali o di nuove tecniche diventa così una opportunità e non la chiave risolutiva della questione ambientale. Per esempio l'uso della luce naturale, dei sistemi di raffrescamento o di ventilazione naturale, dei sistemi di captazione solare o dei sistemi di produzione di energia (essendo ormai assunti nei requisiti fondamentali della progettazione) tendono a perdere l'enfasi formale originaria perché sono fisiologicamente integrati come sistema edificio/impianto fin dall'origine. In sostanza, l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale non vengono più esibiti perché l'edificio torna a essere principalmente il luogo della vita di qualità, o della buona qualità della vita e non più solo una efficiente macchina abitabile.

A fronte di una diffusione di queste tecnologie negli interventi edilizi e urbani, esiste il notevole rischio di un'indiscriminata applicazione senza criteri che possa determinare, in termini di qualità urbana, effetti impropri sul linguaggio architettonico. In sostanza, il problema degli inserimenti tecnologici innovativi non può essere risolto né sovrapponendo le tecnologie energetiche sulla costruzione ma neppure mascherandole all'interno delle strutture dell'edificio. Occorre coglierne le potenzialità formali e tecnologiche, ponendole alla base del linguaggio progettuale in una logica integrata. Nella realtà e nella pratica amministrativa, il concetto di "integrazione architettonica" è contemplato ormai in quasi tutte le norme nazionali, regionali e nei regolamenti edilizi comunali, con relativi incentivi economici e premialità volumetriche, anche se nessuna di queste norme dà indicazioni certe su ciò che si intende per "impianto qualitativamente integrato": in questo senso il rischio che, sul piano estetico-formale, va ridimensionato è quello di generare elementi di "discontinuità urbana".

Vale un caso per tutti a testimoniare la dinamica evolutiva dell'architettura: nei territori in cui l'agenzia Klimahaus ha agito con efficacia, inizialmente si

sono avuti inserimenti tecnologici su forme tradizionali e vernacolari con risultati piuttosto pesanti; con il tempo gli interventi si sono affrancati da queste rigidità formali producendo nuovi scenari dell'architettura alpina che può così vantare forme di innovazione tecnologica e forme di differente utilizzo dei materiali della tradizione, perfettamente inserite e integrate nel contesto naturale e culturale in cui si radicano e da cui traggono ispirazione.

Non è possibile fare esempi "mediterranei", perché nella cultura progettuale del mondo occidentale, la progettazione ecosostenibile in climi caldi oggi appare un campo di innovazione non indagato, anche se in queste aree geografiche si è sempre avuta una impostazione bioclimatica e sostenibile come strategia di difesa dal surriscaldamento che ha prodotto le torri del vento, i *qanat*, i *malqaf* o le *stanze dello scirocco*. Peggio ancora, in Italia e nei contesti mediterranei si risente perfino una condizione di "importazione" e trasferimento di modelli non autoctoni, propri delle aree centroeuropee e anglosassoni, dove si sono sviluppate le prime esperienze sul tema, a discapito di una cultura materiale specifica dei luoghi caldi che meriterebbe approfondimenti, rielaborazioni e attualizzazioni.

In definitiva, dalla semplice sovrapposizione degli elementi captanti su edifici tradizionali o di elementi tecnici morfologicamente tradizionali si è passati alla modellazione dell'edificio in funzione della massimizzazione della produzione di energia, sacrificandone la qualità architettonica e d'uso; il punto di arrivo di questo processo in corso è rappresentato dalla mediazione tra tre fattori:

- qualità morfologica dell'oggetto architettonico;
- funzionalità dell'impianto spaziale;
- efficienza dell'impiantistica tecnologica.

Il loro equilibrio, finora incerto e asimmetrico, ora comincia a presentarsi in forma sufficientemente matura: le attuali sfide ambientali, infatti, stanno portando e porteranno sempre più gli architetti a progettare includendo gli aspetti ambientali fin dalle prime fasi del processo di generazione funzionale, configurazionale e morfologico, in maniera da esprimere la volontà di adottare schemi concettuali dinamici e flessibili in grado di interpretare e vivere nell'ambiente in cui il progetto si colloca. In proposito, si citano le "Sei raccomandazioni dagli strutturalisti" così come stigmatizzate da Udo Weilacher⁹, in una sua recentissima *lecture*, ritenendole di estrema attualità:

⁹ Udo Weilacher insegna alla Technische Universität di Monaco; ha tenuto una *lecture* nel 28 febbraio 2017 a Firenze all'interno della quarta sessione della *Open session on Landscape 2017* dal titolo *Between landscape architecture and landart – Una nuova sintassi del paesaggio*.

1. rispettare i principi fondamentali dell'esistenza umana e la forza degli archetipi;
2. evitare un orientamento puramente funzionalista, settoriale e fortemente formale nella pianificazione e nella progettazione;
3. accettare l'esistente e l'isocrono; ciò significa considerare strutture storiche e contemporanee come altrettanto preziose;
4. promuovere e rafforzare la variabilità, la vitalità e la versatilità delle reti strutturali;
5. creare spazi polivalenti per consentire l'adozione libera delle strutture;
6. sottolineare la comunicazione come il fattore strutturante.

All'interno di questo quadro, la libertà progettuale trova conforto nelle idee di Bruno Zevi espresse nel volume *Il linguaggio moderno dell'architettura* (Zevi, 1973); qui egli sostiene che l'architettura contemporanea debba rifuggire da regole e dogmi. E se proprio a qualche principio deve rifarsi, questo è che per il futuro non possono esserci che *antiregole*. Zevi ne enuncia sette che chiama invarianti: l'elenco, la asimmetria, la scomposizione quadridimensionale, le strutture in aggetto, la temporalità dello spazio, la reintegrazione edificio-città-territorio, sottolineando con quest'ultimo punto la dimensione ecosistemica del progetto di architettura.

Certamente i nuovi materiali e le nuove tecnologie offrono nuove possibilità figurative e nuove narrazioni del progetto di architettura, permettendo al progettista di assumere l'involucro edilizio non più come un semplice diaframma interno-esterno, ma come un filtro dinamico tridimensionale capace di trasformarsi, di dilatarsi o di restringersi, per supportare le esigenze di benessere, di sostenibilità e di risparmio energetico e di esprimerle attraverso nuove configurazioni. Ciò vuol dire che la grande scommessa del risparmio e dell'efficienza energetica nell'edilizia può essere vinta solo attraverso la capacità di ricorrere, in modo integrato e interattivo, non a tecnologie "di moda" ma all'insieme delle tecnologie e delle metodiche progettuali che costituiscono la sconfinata sfera del costruire sostenibile.

Intenzione e sistemi di segni nel progetto dell'esistente

La pratica architettonica può essere assunta come pratica spaziale volta alla definizione e alla produzione di spazi appropriati, adeguati alle attività umane. La pratica sostenibile, invece, chiede all'architettura di andare oltre, di travalicare la delimitazione fisica di "spazio architettonico" che inevitabilmente essa

effettua, e di indagare le stesse radici dello spazio fino a estendersi allo spazio della natura. L'intenzionalità progettuale rende la sostenibilità consapevole una condizione *necessaria* per l'architettura del presente e del futuro, ma *non sufficiente* a chiudere il cerchio del progetto di architettura.

Il carattere di *necessità* consiste nella opportuna valutazione delle ripercussioni e delle incidenze che ogni trasformazione comporta sul circostante naturale in cui si inserisce e nella prospettiva che l'azione progettuale assume su di sé le strutture relazionali dell'uomo con il suo circostante. In questo senso, la pratica progettuale si propone di intervenire su paesaggi ed edifici esistenti e di progettarne di nuovi solo laddove è necessario, e fa tutto questo analizzando le relazioni tra sistemi artificiali, naturali e sociali in modo da definire le migliori strategie per gestire le future trasformazioni del territorio. Per questa ragione essa deve conoscere i limiti d'uso delle risorse fisiche, ambientali e tecnologiche disponibili e avere coscienza delle implicazioni relative al funzionamento energetico dell'edificio, anche sviluppando modalità di controllo dei procedimenti costruttivi e delle tecnologie utili nell'arco della vita del manufatto architettonico (dalla sua concezione alla sua costruzione, dal suo uso alla sua manutenzione, dalla sua demolizione al suo riuso continuo). Il carattere di *non sufficienza* consiste nel fatto che l'architettura della sostenibilità, in un quadro di coscienza ecologica diffusa, non può solo sussumere che un intervento architettonico possa/debba contribuire a migliorare lo stato ambientale preesistente ma che essa si compia come pratica teorica propositiva che mette in atto il processo di *generazione funzionale, configurazionale e morfologica* all'interno dell'ambiente in cui l'opera si colloca.

In definitiva, il progetto di architettura oggi deve affrontare la complessità del processo edilizio attraverso una visione globale delle azioni, proponendosi come una disciplina che costruisce e governa le molteplici e complesse variabili che compongono la matrice progettuale attraverso una concezione sistemica che va oltre la concezione meccanicistica della crescita economica infinita. L'oggetto architettonico prodotto diventa sostenibile non solo e non tanto perché consuma poche risorse o perché utilizza tecnologie innovative per il risparmio energetico, ma perché si rapporta significativamente con le condizioni dei luoghi e diventa espressione misurata dell'interazione fra uomo e ambiente. Questa relazione contestuale rivela come il linguaggio in architettura non possa in alcun modo essere una posizione ideologica iniziale conseguente all'adesione "aprioristica" a correnti artistico-culturali ed estetico-formali e men che meno all'ecosostenibilità modaiola, ma la morfologia non può che derivare dalle relazioni che si instaurano tra i parametri e i valori che si inseriscono nella matrice di progetto che, oggi, non possono esulare dalle urgenze ambientali.

I mutamenti in corso nella configurazione architettonica, dunque, vanno registrati e valutati perché, sollecitando un ripensamento dei principi strutturali della formatività spaziale, rappresentano un vero e proprio abaco esperienziale capace di ricostruire la correttezza e la dimensione dei processi di genesi configurazionale dell'architettura.

Ritorniamo alla nostra domanda: "l'architettura è un linguaggio?" La risposta potrebbe essere: no, se intendiamo per linguaggio un sistema strutturato, ben definito e articolato quale quello della lingua parlata; sì, se intendiamo l'architettura come un sistema attraverso il quale alcuni messaggi vengono trasmessi a fruitori i quali attraverso un processo di decodifica, di tipo indiziario, li interpretano (Prestinenza Puglisi).

Assunti la connotazione e la denotazione di Umberto Eco come elementi fondamentali della lettura la cui interpretazione non sempre è univoca, l'autore aggiunge:

[...] in arte, e quindi anche in architettura, esiste una regola che potremmo chiamare dell'accumulazione temporale, secondo la quale il valore di un segno è sempre strettamente connesso al significato dei segni che lo hanno preceduto. E nessuna opera, neanche la più radicale e originale, può prescindere da questa dimensione storica del linguaggio¹⁰ (Prestinenza Puglisi).

Queste riflessioni aprono nuovi scenari ad argomenti e ricerche in disuso, tra cui la potenzialità espressiva dei progetti di riqualificazione e nuovi ragionamenti sulla riformulazione di una connessa teoria linguistica dell'architettura, capace di integrare la questione ambientale come aspetto generatore del processo progettuale di configurazione architettonica. All'interno di questo processo, il progetto inevitabilmente deve integrare, secondo una strategia adattiva, la questione ambientale ed ecosistemica come aspetto generatore del processo progettuale di configurazione architettonica e assumere su di sé l'identità dei luoghi sul piano geografico-morfologico, sul piano climatologico e sul piano culturale/costruttivo. Poiché questo non basta, nel processo trasformativo basato sulla potenza metamorfica iniziale e sulla disponibilità alla trasformazione, deve acquisire la possibilità non solo di azioni di sottrazione di volumi ma anche azioni additive in grado di risolvere quelle carenze altrimenti non superabili.

¹⁰ H. Hertzberger, *Lessons for students in architecture*, <http://prestinenza.it/2014/03/herman-hertzberger-lessons-for-students-inarchitecture/>, 2014.

Il progetto di architettura ecosostenibile assume così la valenza di “nuova etica” o di “nuovo deal” aprendosi a nuovi scenari e permettendo di introdurre, all’interno del dibattito sulla consapevolezza delle trasformazioni, argomenti e ricerche oggi dimenticate o desuete, magari non percorse perché al di fuori delle facili attrazioni delle mode architettoniche contemporanee. Questo non significa necessariamente il ricorso alla mimesi, quanto piuttosto una attenta riflessione sull’utilizzo del linguaggio e delle aggregazioni spaziali. Attraverso l’utilizzo cosciente delle nuove “tecnologie ambientali” è sicuramente ipotizzabile il delinearsi di un nuovo linguaggio che non sia prodotto esclusivo di canoni estetici o di strumentazioni tecnologiche esibite, ma che sia teso a sostanziare (attraverso componenti costruttivi ed estetici) il rapporto con l’ambiente e il soddisfacimento di una migliore qualità della vita materiale e percettiva.

Edoardo Persico affermava: «L’architettura è sostanza di cose sperate. Perché è la concretizzazione in pietre e mattoni del sogno del nostro futuro. E a questa prospettiva, e solo a questa, è lecito finalizzare l’interpretazione, cioè la lettura critica, del nostro passato».

Bibliografia

- Alessi A., *Riguadagnare lo spazio*, in «Materialelegno», n. 4, 2011.
- Bellomo M., *Tecnologie e processi di riqualificazione edilizia e urbana. I casi dei quartieri di Sant’Eusebio a Cinisello Balsamo e di Gratosoglio a Milano*, in *Atti del Convegno Internazionale Abitare il futuro. Dopo Copenhagen*, CLEAN, Napoli 2010.
- Bellomo M., Losasso M., *Speciale retrofit, Visione Global*, in «Costruire», n. 312, 2009.
- Brandolini S., *La trasformazione come esigenza imprescindibile*, in E. Zambelli (a cura di), *Ristrutturazione e trasformazione del costruito*, Il Sole 24 Ore, Milano 2004, pp. 3-32.
- Calzolari M., *Perché Tor Bella Monaca. Il programma di ricerca*, in M. Calzolari, D. Mandolesi (a cura di), *Rigenerare Tor Bella Monaca*, Quodlibet, Macerata 2014.
- Di Battista V., Fontana C., Pinto M.R. (a cura di), *Flessibilità e riuso*, Alinea, Firenze 1995.
- Dierna S., *Tecniche, morfologie, progetto. Quadro di riferimento*, in M. Lauria (a cura di), *Produzione dell’architettura tra tecniche e progetto. Atti del V seminario Osdotta*, Firenze University Press, Firenze 2010.
- Ferrante A., Cattani E., Bartolini N., Semprini G., *La riqualificazione energetica e architettonica del patrimonio edilizio recente*, in «Ricerche e progetti per il territorio, la città e l’architettura», n. 5, dicembre 2012.
- Valente I., *Consolidare e ri-misurare i margini urbani: una ricerca progettuale per Tor Bella Monaca*, in M. Calzolari, D. Mandolesi (a cura di), *Rigenerare Tor Bella Monaca*, Quodlibet, Macerata 2014.
- Vicari Haddock S., Moulaert F. (a cura di), *Rigenerare la città Pratiche di innovazione sociale nelle città europee*, il Mulino, Bologna 2009.
- Zevi B., *Il linguaggio Moderno dell’architettura*, Einaudi, Torino 1973.
- Zucchi V., *La qualità ambientale dello spazio residenziale*, Franco Angeli, Milano 2011.



Copenhagen - Intervento di riqualificazione sull'isolato Hedebgade nel Vesterbro, quartiere popolare nato nel 1850 fuori dalle mura urbane. La riqualificazione ecosostenibile è iniziata negli anni '90 e costituisce un esempio pilota come processo e come esito. La salvaguardia dell'edificio storico ha riguardato il perimetro dell'isolato, mentre nella corte sono localizzati tutti gli interventi innovativi.





Hamburg – L'intervento ad HafenCity è uno dei più rilevanti e attuali progetti di sviluppo e riqualificazione urbana di un centro storico in Europa, tuttora in corso. Impegna 155 ha, ospiterà circa 12.000 residenti e vi lavoreranno in 40.000. Il progetto di riqualificazione urbana ruota intorno a concetti e obiettivi di eco-sostenibilità urbana ed edilizia e rimette in gioco tutte le qualità e le potenzialità che l'area possiede, incluso l'utilizzo del corso d'acqua come generatore di energia e la separazione dei percorsi pedonali, spesso sopraelevati, da quelli veicolari.

Sperimentazione e ricerca nel campo della progettazione tecnologica

Il progetto architettonico rappresenta un ambito dell'attività umana tesa a definire assetti ed equilibri futuri dell'ambiente di vita degli individui, fondandosi sulla sfera della predittività, della prefigurazione e dell'anticipazione. Nella contemporaneità, il progetto si configura inoltre come un processo di natura complessa in cui concorrono diversificati apporti disciplinari che incidono sugli aspetti fisici e funzionali con ricadute e implicazioni di articolate problematiche di natura creativa, tipo-morfologica, tecnico-scientifica, economica, antropologica ed etica. L'evoluzione delle teorie del progetto ha avuto nel panorama culturale e scientifico numerose evoluzioni, aderendo a visioni del mondo in molti casi antitetiche. Recente è il dibattito che colloca, su due versanti contrastanti, un "nuovo realismo" opposto alla visione di un "pensiero debole" nel progetto, in cui si è consumata una contrapposizione fra elementi di oggettività e componenti legate a una sorta di relativismo, nonché fra approcci deterministici e processualità aperte, secondo le quali il progetto più che un fattore di compiuta unità tecnico-morfologica è un *progress* in fieri, in cui la strategia prevale sulla predeterminazione.

Su un altro versante – fra costruzione e decostruzione non solo della *fisica* del progetto ma della sua struttura ontologica e concettuale – da tempo il panorama della contemporaneità più che unità restituisce frammenti, parti di discorso in dispersione all'interno di un febbrile processo di ricostruzione di momenti di unità riconducibili, in contesti circoscritti, a elementi di "stabilità" ormai solo locale. L'unità dell'azione progettuale ha visto progressivamente ridurre i presupposti in cui disegni unitari riconoscibili erano rintracciabili in un processo di diffusione internazionale di idee, principi e morfologie comuni. Il paradosso della condizione contemporanea è che proprio l'epoca della glo-

balizzazione restituisce il massimo della frammentazione delle posizioni nel campo della ricerca progettuale.

Risulta comprensibile quale sia allora la continua tensione con cui i campi disciplinari che operano nell'area del progetto tentino di ricostruire i propri ambiti di riferimento – ma anche di riconoscimento e di riconoscibilità – per ripерimetrare le legittimità del proprio sapere. In uno scenario in cui i confini oscillano e sono più labili di quanto sembri, il recente dibattito nazionale restituisce un quadro in cui sono saltate le tradizionali competenze “scalari” delle discipline (secondo un appannaggio di scale che andavano dall'area vasta al dettaglio) ma anche alcuni domini tradizionali di alcuni settori disciplinari che pur possedevano specificità connotanti: si pensi, in campo tecnologico, alla sostenibilità, all'ambiente, alla costruibilità, al governo del processo edilizio e progettuale. Non che tali tematiche nel campo della progettazione tecnologica siano venute meno o si siano depotenziate: anzi, gli approfondimenti continuano progressivamente con accentuazioni delle competenze e delle capacità di interazione. Tali concetti oggi risultano in parte “sdoganati” per effetto della diffusione scientifico-culturale e per merito della politica tecnica che, a partire dal piano della normativa, li ha fatti propri. Di essi si interessano ormai molteplici settori disciplinari pur se con differenti gradi di focalizzazione e, certamente, anche di efficacia. Resta un punto di criticità: tali tematiche, se non approfondite nel merito, fino alla loro misurazione, rischiano di diventare slogan, a volte si svuotano di senso, si scoprono manipolabili.

Se l'architettura abbandona lentamente gli spazi di una propria autonomia disciplinare teorizzata negli studi degli anni '60 e '70, in un mondo complesso che richiede strumenti interpretativi e operativi altrettanto complessi essa si apre a una eteronomia necessaria. Questa consente di condurre all'interno della fenomenologia dell'architettura molteplici istanze esterne ma di natura ormai non emendabile che ne modificano il contenuto e le finalità nella consapevolezza di poter offrire un contributo alle grandi sfide della contemporaneità non permanendo in un isolamento che conduce alla condizione asfittica di ricercare solo dentro se stessa le ragioni del proprio essere.

L'apertura alle grandi sfide planetarie sta conducendo, inevitabilmente, all'ibridazione di alcuni contenuti connotanti dell'architettura che deve aprirsi a metalinguaggi, pur mantenendo ancora tutti i margini di appartenenza a un identificabile campo del sapere, oltre che alla riconoscibilità dei propri principi connotanti. Gli elementi di ibridazione – derivanti anche dalla multi-, trans- e interdisciplinarietà – conducono inevitabilmente alla ricerca di un metalinguaggio comune che fa propri alcuni elementi di altri saperi. La sfida è nell'aver la capacità di utilizzare, come ricorda Jullien, i saperi di diversi campi disciplinari

come una risorsa comune e non come recinti cognitivi e scientifici incomunicabili (Jullien, 2018).

Affrontare il campo della Progettazione tecnologica nei suoi tratti distintivi non è quindi azione facile a oltre dieci anni dalla sua istituzione, poiché chiama in causa le relazioni disciplinari all'interno di un'area in cui convergono infatti la Produzione edilizia, l'Architettura tecnica e la Tecnologia dell'architettura, restituendo tuttavia una densa articolazione di collocazioni rispetto all'attività della progettazione. Non può essere in questo contesto omessa la derivazione delle aree disciplinari: dalle matrici culturali dell'ingegneria le prime due, da quelle della cultura architettonica l'altra. In particolare, la Tecnologia dell'architettura nasce nel panorama universitario italiano alla fine degli anni '60 come disciplina che interpreta in termini metodologici il governo dei fenomeni architettonici e dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito, in cui le scelte tecnologiche vengono considerate come il passaggio cruciale tra momento creativo e momento operativo. Viene così evidenziata l'inattualità, oltre che il valore acritico, di una tecnica unicamente "risolutrice" di problemi posti e collocata in sequenza astratta dal piccolo al grande, dal generale al particolare, dalle fondazioni alle coperture.

Il nuovo ambito disciplinare introduce, fra gli altri aspetti innovativi, l'approccio sistemico capace di guardare alla costruzione dell'habitat attraverso processi complessi e sperimentali quali espressione di pluralità. Prodotti e sistemi costruttivi di derivazione ormai totalmente industriale non rappresentano più il solo versante dei materiali con cui realizzare i progetti ma il necessario potenziamento del contenuto informativo e manageriale del progetto in relazione ai contesti e alle risorse. Gli approcci conoscitivi e progettuali sono basati su «nuovi apporti analitici e strumentali, a partire anche da altri ambiti disciplinari che concorrono alla [...] concezione dell'habitat, non limitata ai soli aspetti fisico-formali, ma [...] orientata a un'idea di sostenibilità ambientale e socio-economica preludio degli attuali approcci della governance ambientale» (Schiaffonati, Mussinelli, Gambaro, 2011). Un'ulteriore accezione caratterizzante è quella dell'approccio sistemico, attuato attraverso processi complessi, escludendo predeterminazioni e considerando, invece, il valore aggiunto offerto sia dalle relazioni fra le parti e fra aspetti fisico-materiali e immateriali, sia dal tutto da essi costituito secondo l'individuazione dei rapporti tra l'uomo e la costruzione del proprio habitat (Vittoria, 1976).

Nel passaggio tra gli anni '90 e gli anni 2000, si determina una fase cruciale in cui, a fronte delle incertezze dell'approccio progettuale al cospetto dei nuovi fenomeni della globalizzazione e del neoliberismo, emerge la costante necessità di ricomposizione del sapere tecnologico. Viene rigettata l'accezione

di una tecnologia quale “ingegnerizzazione” di progetti e processi, che rischia di condurla verso soglie acritiche rispetto al senso e alle finalità del progetto, nell’accezione di una disciplina “di servizio” al progetto stesso e non protagonista in esso. Quelle citate sono manifestazioni che, periodicamente, riaffiorano nel panorama della cultura del progetto architettonico, riproponendo sotto nuove vesti la rischiosa posizione idealistica di una presunta superiorità del concept intellettuale rispetto alle modalità attuative e realizzative dell’architettura, scindendo ancora una volta teoria e prassi, idea e sua concretizzazione: in sostanza, viene disarticolato tutto ciò che la *téchne* aristotelica ha insegnato a mettere in relazione. Nella transizione verso una matura affermazione della Progettazione tecnologica dell’architettura, emerge la necessità di ridefinirne, oggi, alcuni elementi caratterizzanti a partire da una rinnovata capacità di operare nell’intersezione dei saperi e nella multiscalarità operativa, in una visione baricentrica e multiculturalmente rispetto ai campi delle scienze esatte e delle scienze umane.

Occorre interrogarsi, in questa fase, sulla connotazione “tecnologica” dell’attività di progettazione che fa convenzionalmente riferimento a un’attività progettuale che ha un suo chiaro sviluppo dalla fase di programmazione fino alla realizzazione e alla gestione dei cicli di vita, con un punto chiave nella sua costruibilità o costruzione: in quanto azione tecnologica, essa si articola su chiari e definiti obiettivi, precisazione di attività, utilizzo di strumenti operativi, sviluppo di abilità, adesione a una visione euristica del progetto capace di incorporare informazioni e nuove variabili anche non previste, adottando procedimenti analitici, induttivi, deduttivi o analogici (Losasso, 2011).

I fattori costitutivi della macro-area della Progettazione tecnologica dell’architettura possono ritenersi fondati su un approccio di tipo sistemico e prestazionale, oltre che di tipo processuale, considerando attività, tempi, costi, qualità, nonché aspetti produttivi, gestionali e operativi. La pratica della progettazione tecnologica avviene sulla base di attività strumentali e verificabili negli esiti nonché replicabili in condizioni analoghe. La componente sperimentale alle varie scale e attuata attraverso specifici strumenti testimonia lo slancio verso l’innovazione, il superamento del “convenzionale” e la proiezione verso il futuro. Nel superare il rischio insito nella separazione tra ideazione e realizzazione in architettura, la Progettazione tecnologica esprime la capacità di alimentare competenze innovative per la prassi progettuale capaci di intercettare le rapide trasformazioni del mondo delle costruzioni. La crescente complessità impone infatti di potenziare i contenuti informativi del progetto, incrementarne la capacità decisionale e rendere i progettisti consapevoli dell’incidenza del pensiero tecnico sulla definizione del progetto stesso.

Più recentemente, il valore formativo della ricerca progettuale in campo tecnologico si è orientato verso i *driver* innovativi della riduzione degli sprechi e dell'aumento dell'efficienza di prodotti e processi nonché dei servizi erogati dal sistema edifici-ambiente, includendo gli aspetti ambientali, sociali ed economici nel campo della sostenibilità (Perriccioli, 2016). Se le competenze tecnologiche in campo progettuale fanno riferimento alla *téchne* aristotelica, esse annoverano la capacità del “possesso” simultaneo di teoria e pratica nell'atto progettuale, teso a evidenziare la rilevanza delle scelte tecnologiche sia nei momenti decisionali che in quelli di valore politico e strategico, in cui considerare gli esiti di primo grado e gli effetti secondari e indotti di tali scelte (Scoccimarro, 2008).

A questa impostazione innovativa, si affianca la capacità di cogliere con anticipo l'attuale transizione verso la digitalizzazione del settore dell'ambiente costruito, all'interno della quarta rivoluzione industriale, tesa a condizionare radicalmente i processi progettuali e soprattutto la formazione di nuove competenze. Nella rapida evoluzione dell'*information technology*, con la progettazione computazionale si evidenzia con chiarezza quanto il progetto si allarghi ormai a un campo che va oltre la convenzionale fase di elaborazione dei contenuti prefigurativi di un'opera, “conquistando” invece ambiti della produzione stessa. La *digital fabrication*, per esempio, al fine di essere attuata richiede di incorporare la produzione del prodotto *dentro* la relazione con la produzione del progetto. Se un fattore qualificante della progettazione tecnologica è rappresentato dalla relazione con i contesti di varia natura con cui esiste uno scambio di interdipendenza – come nel caso di quelli ambientale, socioeconomico, produttivo, culturale, delle risorse – grazie ai processi di progettazione-produzione di tipo digitale/robotizzato ci si orienta verso una connotazione del progetto di tipo processuale.

Un tema centrale della contemporaneità riguarda quindi l'approccio al progetto connesso alla cultura digitale, nella quale metodologie informative computazionali, logiche parametriche e generative o procedure *file to factory* permettono al progetto di superare le logiche della standardizzazione e della automazione – derivazioni provenienti dal mondo analogico – orientandosi verso modelli non standardizzati sulla base delle tecnologie interoperabili. Se il progetto amplifica la capacità di intervenire nella sfera della produzione, significa che si sta determinando la transizione da una integrazione a monte e a valle con vari soggetti della filiera verso una integrazione orizzontale dei processi decisionali da parte di numerose competenze, in un sistema/ambiente informativo multidirezionale e multidimensionale.

Non sfugge quanto «la transizione dall'analogico al digitale e la crescita esponenziale di spazi informativi in cui trascorriamo sempre più tempo

illustrano con massima evidenza il modo con cui le ITC stanno trasformando il mondo in una infosfera», in cui le nuove tecnologie dell'informazione *dentro* il progetto lasciano che le altre tecnologie (IoT, robotizzate, di *digital fabrication*, ecc.) interagiscano tra esse attraverso la tecnologia stessa (Floridi, 2017). Se fasi ed effetti sono amplificati dal crescente numero di reciproche relazioni, la complessità va intesa come categoria cognitiva e organizzativa sostenuta da interazioni che siano anche di natura culturale. Più che un'azione di *problem solving*, il progetto nell'era digitale si presenta come un'azione fortemente caratterizzata dalla connotazione di *problem setting*, alimentato da azioni di simulazione, modellazione, verifica.

Ciò che emerge a valle delle considerazioni finora condotte restituisce un quadro della ricerca progettuale che ha perso la sua stabile consistenza tendendo a organizzarsi secondo modelli flessibili, basati sul temporaneo raggruppamento di numerose competenze e saperi intorno a domande spesso specifiche ma contingenti. Nel trasferimento di conoscenze e acquisizione di competenze, la conoscenza integrata richiede tuttavia un'ampia ed equilibrata visione – trasversale e interdisciplinare – delle problematiche relative alle trasformazioni dell'ambiente costruito. I processi cognitivi che ne interessano l'assetto prevedono, da un lato, l'esplicitazione delle caratteristiche fisiche, funzionali e culturali dell'esistente, dall'altro le modalità di comportamento in relazione ai meccanismi dinamici ed evolutivi all'interno delle interazioni tra spazio fisico, luoghi e agenti esterni (naturali e artificiali).

La ricerca applicata e progettuale tende a diventare un “prodotto” correlato all'incremento della complessità dei fenomeni e delle interdipendenze in una nuova realtà sociotecnica e del processo edilizio. Nella nostra epoca «la tecnica da mezzo diventa fine, non perché la tecnica si proponga qualcosa, ma perché tutti gli scopi e i fini che gli uomini si propongono non si lasciano raggiungere se non attraverso la mediazione tecnica» (Galimberti, 1999). Secondo tale accezione – ormai largamente condivisa e non priva di incognite – scienza, tecnica e tecnologia si presentano con una progressiva reciproca saldatura oltre che come un'unica risorsa composita. La conoscenza tecnologica si amplia e finalizza il sapere scientifico al conseguimento di specifici effetti che tendono a smarrire i convenzionali orizzonti di senso e fanno della tecnica un *medium*, al quale con grande senso di responsabilità va rivolta un'attenta azione di controllo etico e sociale per scongiurare scivolamenti di tipo tecnocratico.

Fig. 1. Petrol Stations, Jean Prouvè (prima metà degli anni '50), Vitra Campus, Weil am Rhein, Germania.



Fig. 2. Mostra sull'attività di sperimentazione progettuale "Renzo Piano Building Workshop. Le città visibili", a cura di Fulvio Irace, Triennale di Milano, Milano, 2007.



Fig. 3. Il repertorio dei materiali e dei prodotti industrializzati per la sperimentazione progettuale, Foster + Partners studio, Londra.



Fig. 4. Edificio sperimentale “Nearly Zero Energy”, Riccardo Roda (RES ARCHITETTURA), Prato, 2013/2019.



Fig. 5. Edificio in rue Pierre Boudin, ECDM architects, Parigi, 2012 (<https://www.ductal.com>).



Fig. 6. Grid shell sperimentale, Sergio Pone, Sede del Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Napoli, 2015. Struttura in elementi di piccola dimensione in legno ceduo, autoconstruita e temporanea.



Fig. 7. Temporary Research Pavilion, Institute for Computational Design (ICD) and the Institute of Building Structures and Structural Design (ITKE), con la collaborazione degli studenti dell'Università di Stoccarda, 2011. Processo di fabbricazione digitale.



Bibliografia

- AA.VV., *La cultura tecnologica nella scuola milanese*, Maggioli, Rimini 2014.
- Bosia D. (a cura di), *L'opera di Giuseppe Ciribini*, Franco Angeli, Milano 2013.
- Cetica P.A., *La scelta di progettare: paradigmi per una architettura della vita*, Pontecorboli, Firenze 2003.
- Floridi L., *La quarta rivoluzione. Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Raffaello Cortina, Milano 2017.
- Galimberti U., *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano 1999.
- Jullien F., *L'identità culturale non esiste*, Einaudi, Torino 2018.
- Losasso M., *La ricerca tecnologica per l'architettura: fondamenti e avanzamenti disciplinari*, in A. Claudi de Saint Mihiel (a cura di), *Tecnologia e progetto per la ricerca in architettura*, Clean, Napoli 2014.
- Losasso M., *Il progetto come prodotto di ricerca scientifica/The project as product of scientific research*, in «*Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*», n. 2, 2011.
- Maldonado T., *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 1994.
- Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, CLUP, Milano 2003.
- Perriccioli M., *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli, Milano 2016.
- Schiaffonati F., Mussinelli E., Gambaro M., *Tecnologia dell'architettura per la progettazione ambientale*, in «*TECHNE. Journal of Technology for Architecture and Environment*», n. 1, 2011.
- Scoccimarro A., *I fattori esogeni dell'innovazione tecnologica: l'eteronomia della tecnica*, in M.C. Torricelli, A. Lauria (a cura di), *Ricerca, tecnologia, architettura*, ETS, Pisa 2008.
- Vittoria E., *Tecnologia dell'Architettura II*, in *Guida dello Studente*, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Napoli, a.a. 1976-1977.

Le tante vite dello studio-appartamento “24 NC” di Le Corbusier: storia, progetto, restauro

Vincolato come Monumento storico nel 1972, lo studio-appartamento di Le Corbusier al 24, rue Nungesser-et-Coli a Parigi (“24 NC”), è un’icona del XX secolo, che combina l’indiscutibile valore materiale dell’edificio con l’immateriale “senso del luogo” della casa dell’architetto. Le Corbusier vi abitò dal 1934, anno del suo completamento, fino alla sua morte nel 1965 e lo concepì come un importante saggio di sperimentazione spaziale, plastica e costruttiva. Un gran numero di cambiamenti significativi, per non dire sostanziali, sono stati realizzati in questo “cantiere permanente” dove i paradigmi che attraversano il suo lavoro di progettista si intersecano con la sua personalissima idea dell’abitare. Le notevoli modifiche apportate da Le Corbusier sono continuate anche dopo la sua morte e fino agli anni 2000. Dal primo “restauro”, quando la Fondation Le Corbusier lo ha acquisito, alle “alterazioni” per mano di André Wogenscky o Robert Rebutato per un periodo di oltre vent’anni, lo studio dell’appartamento è stato fondamentale per la definizione di una stratigrafia così fortemente segnata da modifiche successive, a tratti difficili da decifrare. Questo scorcio del “santuario dell’architetto” è una fonte inesauribile di informazioni, chiave di lettura imprescindibile dell’opera e del suo progettista.

Per i conservatori di oggi, le numerose vite dello studio-appartamento di Le Corbusier presentano una grandissima complessità quanto alla deontologia del restauro sia in termini di misure tecniche appropriate che dell’approccio teorico, due temi indissolubilmente legati. Lo studio del manufatto nel tempo, dalla fase di costruzione originaria, attraverso le sue varie trasformazioni fino ai giorni nostri, restituisce un quadro articolato, che supera di gran lunga le patologie “endemiche” e le azioni palliative che possono essere necessarie per affrontarle. Dobbiamo riportare l’edificio nello stato originale? O conservarlo così come è stato trovato? Restituzione o riparazione? La più ampia discussio-

ne strategica di cui c'è urgente bisogno è al centro del dibattito europeo – e a livello globale – sulla conservazione e il restauro del patrimonio moderno e contemporaneo¹. Il “24NC” si rivela un caso studio particolarmente rappresentativo.

«I vetri – belli per dieci mesi all'anno, ma terribili quando c'è un'ondata di caldo»². *La ricerca del comfort interno di Le Corbusier*

Le ragioni che hanno giustificato le varie modifiche apportate nel tempo risiedono nell'idea di “attico” in cima all'edificio Molitor realizzato con Pierre Jeanneret, un oggetto relativamente indipendente «risultante da ulteriori studi»³, come ammette Le Corbusier. I temi dell'illuminazione e del confort interno hanno un ruolo cruciale (fig. 1).

Se la pianta per «L'attico di Monsieur Le Corbusier»⁴ è definita rapidamente nella sua disposizione generale, con una netta separazione tra lo studio di pittura a est e «l'alloggio della signora Le Corbusier» a ovest – l'*enfilade* di cucina, sala da pranzo e camera da letto –, il progettista sembra aver lavorato più duramente sulla definizione dei volumi in sezione e in elevazione. I primi *schizzi* con illuminazione zenitale asimmetrica nello studio, realizzati con volte sottili a forma di tronco di cono, sono scartati a causa delle normative urbanistiche sulle altezze legali dell'edificio: una «linea rossa»⁵ che l'architetto cerca senza sosta di «aggirare e comprimere»⁶ durante tutta la fase di progettazione. Nell'agosto del 1932, un'altra soluzione appare nella richiesta di ampliamento alla concessione edilizia: la volta a botte ribassata, appoggiata su due travi trasversali direttamente incastrate nei muri degli edifici attigui. Riducendo i punti di appoggio del carico, Le Corbusier crea una disposizione spaziale aperta, fortemente caratterizzata dal soffitto a volta (figg. 2, 3, 4, 5).

¹ Commissionato dalla Fondation Le Corbusier, con il finanziamento del progetto Keeping it Modern della Getty Foundation, lo studio si è svolto nel 2013-2014. Si veda: F. Graf, G. Marino, *Les multiples vies de l'appartement-atelier. Le Corbusier*, PPUR, Lausanne 2017.

² Le Corbusier, *Œuvre Complète, 1952-1957*, a cura di W. Boesiger, Girsberger, Zurich 1985, p. 114.

³ Lettera di Le Corbusier alla Société de Paris-Parc des Princes, 22 agosto 1931 (FLC, H2-6-19).

⁴ M. Diricq, Photographs by W. Rizzo, *Génial et amer, admiré et injurié, architecte du bonheur, visionnaire de la cité future: Le Corbusier*, in «Paris-Match», n. 253, 30 gennaio 1954, p. 33.

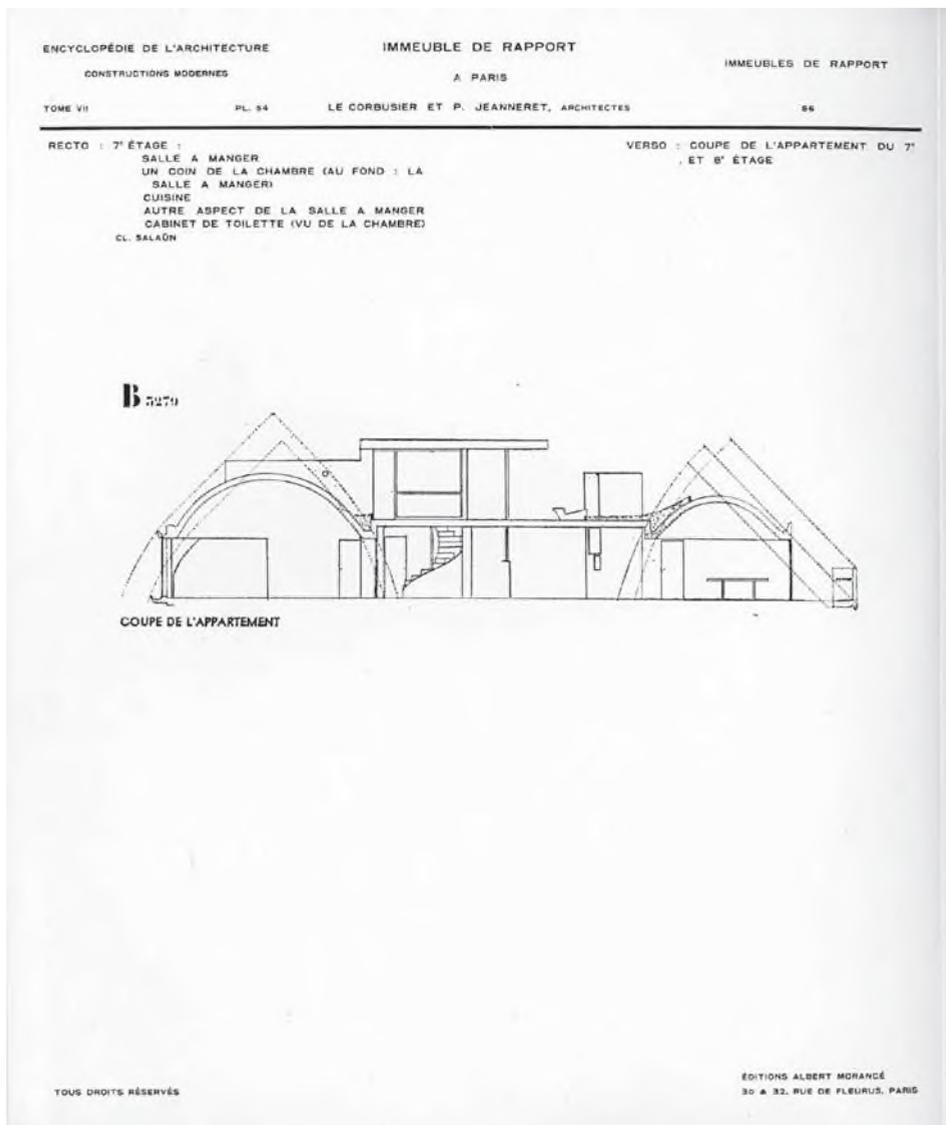
⁵ J.-P. Sabatou, *Immeuble à Paris. MM. Le Corbusier et Pierre Jeanneret architectes*, in «L'Architecture d'aujourd'hui», n. 7, settembre 1934, p. 44.

⁶ Id., *Un appartement dans le gabarit*, in «L'Architecture d'aujourd'hui», n. 7, settembre 1934, p. 49.

Fig. 1. Le Corbusier, Pierre Jeanneret, Edificio Molitor, 24 rue Nungesser-et-Coli, Paris, 1931-1934 (Encyclopédie de l'architecture, Morancé, Paris 1937).

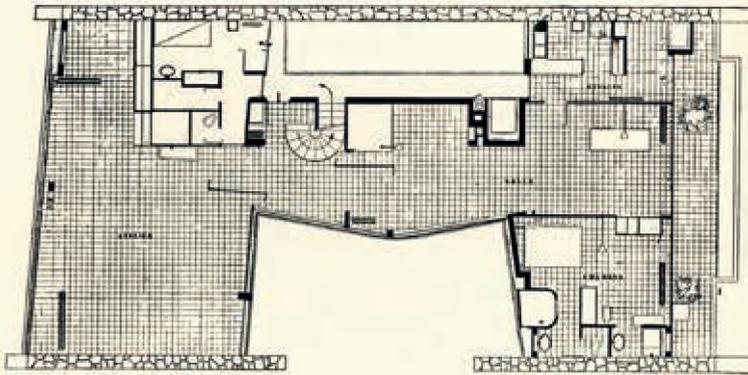


Figg. 2, 3, 4. Lo studio-appartamento di Le Corbusier in cima all'edificio Molitor: sezione longitudinale e planimetrie (*Encyclopédie de l'architecture*, Morancé, Paris 1937).



RECTO : 7^E ÉTAGE :
SALLE
UN COIN DE LA SALLE
ESCALIER MONTANT A LA TERRASSE
CL. SALAÏON

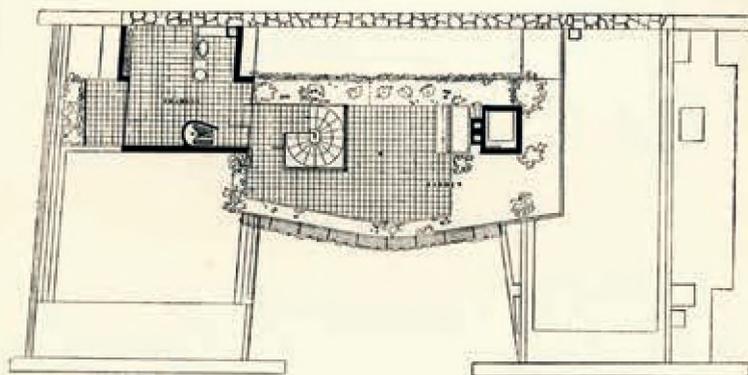
VERSO : PLAN DU 7^E ÉTAGE



PLAN DE L'APPARTEMENT

RECTO : 1^{er} ÉTAGE :
CHAMBRE D'AMI.
DEUX VUES DE LA TERRASSE
CL. SALADIN

VERSO : PLAN DU JARDIN-TERRASSE
DU 1^{er} ÉTAGE



PLAN DU JARDIN-TERRASSE

Fig. 5. Lo studio-appartamento di Le Corbusier, la camera da letto (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi).



La scelta delle volte a botte ribassate e ad ampia campata è un momento chiave nello sviluppo del progetto, con delle ripercussioni importanti sulla progettazione degli involucri, ormai liberi da qualsiasi vincolo strutturale. Le pareti essenzialmente opache dei primi schizzi diventano così delle grandi vetrate con serramenti ultrasottili costituiti da profili piatti e angolari in acciaio laminato realizzati dall'impresa parigina Dubois & Lepeu (figg. 6, 7).

Per quanto riguarda il problema dell'illuminazione naturale troppo intensa nello studio del pittore – la ragione della scelta iniziale dell'illuminazione zenitale – è in parte risolto con una scelta oculata del tipo di vetro dei tamponamenti. Per proteggere il “pittore-architetto” dalla luce diretta proveniente da est (una «luce orribile»⁷ che non era favorevole alle sue mattinate trascorse davanti al cavalletto), l’“architetto-pittore” privilegia dei componenti traslu-

⁷ Le Corbusier, intervista radiofonica con Robert Mallet, 1951, in *Le Corbusier, entretiens avec Georges Charensol (1962) et Robert Mallet (1951)*, Frémeaux & Associés, Vincennes, 1987.

Fig. 6. Lo studio-appartamento di Le Corbusier, la camera da letto e l'enfilade della facciata est. (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi).



Fig. 7. Le Corbusier sul balcone negli anni '30. (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi).



cida, ad eccezione delle due finestre scorrevoli su cuscinetti a rulli. La combinazione di vetro stampato o armato a maglia fine, ma anche una campata di vetro “prismatico” pensato per ridurre l’abbagliamento e diffondere la luce in entrata per mezzo di nervature orizzontali sulla faccia esterna, è, nelle parole del progettista, un vero «trionfo della vetreria della società Saint-Gobain»⁸ (dalla quale è riuscito peraltro a ottenere i prodotti gratuitamente!). Questo studio minuzioso della natura e della collocazione strategica di diversi tipi di vetro nel pannello – il cavalletto del pittore, ad esempio, era particolarmente ben schermato – mira quindi a controllare la luce naturale ma anche ad affrontare il problema del surriscaldamento, che l’architetto considera altrettanto cruciale e che lo avrebbe di fatto tormentato durante i suoi lunghi anni di permanenza nell’appartamento.

Il delicatissimo problema del clima interno, o «gli effetti ostili del sole», per dirla con le parole di Le Corbusier, sembra infatti aver fatto sentire la sua presenza fin dal giorno in cui i lavori sono stati completati, ma avrebbe avuto importanti ripercussioni anche per le successive modifiche. È stata adottata così nel tempo una grande varietà di accorgimenti, dall’installazione del primo rudimentale *brise-soleil* all’inizio degli anni ’50 all’inserimento di due ante apribili nei telai delle vetrate dello studio di pittura per favorire la ventilazione trasversale. Gli esperimenti di Le Corbusier con nuovi dispositivi e materiali – tra cui il Plymax, pannelli di compensato con una faccia esterna rivestita da un foglio di alluminio per respingere il calore attraverso la riflessione solare – fanno parte delle strategie messe in opera dall’architetto per difendersi dalle condizioni interne problematiche in termini di confort, ma anche fonte di degrado, in primis i problemi di condensazione che si potevano riscontrare anche in tempi recenti. (fig. 8).

⁸ Lettera di Le Corbusier a Lucien Delloye, direttore di Saint-Gobain, 29 dicembre 1932 (FLC, H2-6-22T).

Fig. 8. Le Corbusier posa nel cantiere davanti alla finestra aggiunta negli anni '50 (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi).



«Grandi problemi con il tetto»⁹. *Combattere le dispersioni*

«C'è un caldo soffocante in estate»¹⁰ si lamenta Le Corbusier. Nel 1946, in occasione di una delle tante “chiamate d'emergenza” che faceva regolarmente a Pierre Jeanneret a proposito del precario stato di conservazione dell'appartamento, l'architetto punta il dito contro i difetti dell'edificio. Il problema sono le pareti di vetro con la loro bassa inerzia termica e le «volte isolanti molto spesse» costruite con elementi cavi che «assorbono e irradiano il calore»¹¹. Il grazioso giardino pensile piantumato con arbusti a cui Le Corbusier attribuiva- a tor-

⁹ Lettera di Arsène Cornet a Pierre Jeanneret, 1° dicembre 1932 (FLC, H2-3-58).

¹⁰ Nota di Le Corbusier per Pierre Jeanneret, 2 maggio 1946 (FLC, K2-17-185).

¹¹ *Ibid.*

to – virtù isolanti finora sconosciute, «riparando l'appartamento sottostante dal caldo e dal freddo»¹², non ha in alcun modo prodotto gli effetti attesi. In realtà, si è dimostrato logicamente inefficace come strato di isolamento termico, oltre che fonte di forte degrado, alla quale si aggiungono le carenze dei sistemi di impermeabilizzazione e di scolo delle acque piovane.

I ritardi del cantiere e i difetti riscontrati nella fase della costruzione originale – «molto della copertura non era mai [veramente] stato terminato»¹³ – insieme ai problemi causati dal profilo ondulato delle volte e dalla compenetrazione con le travi non protette, hanno favorito rapidamente fenomeni di infiltrazione, giustificando un intervento radicale di trasformazione degli interni. Questa prima campagna di “riparazioni” del 1939, solo cinque anni dopo che la coppia si era trasferita, fu estremamente significativa. Tanto più radicale in quanto l'architetto ha colto l'occasione per rivedere completamente la strategia della policromia interna e il trattamento della luce sulla base di alcune nuove riflessioni sull'uso dell'illuminazione artificiale indiretta che, come ha ammesso Le Corbusier in una lettera alla madre, lo avevano portato ad una «vera e propria scoperta delle leggi dell'illuminazione»¹⁴.

Per nascondere le tracce delle infiltrazioni, i soffitti e le pareti del salone – originariamente trattati con carta da parati Salubra “*vert 32053 premier clavier*”¹⁵ – sono stati rivestiti con grandi pannelli di compensato di quercia naturale, semplicemente verniciati, un materiale che si trova anche intorno al pozzo dell'ascensore, intelligentemente posizionato di fronte al camino. La “stanza degli ospiti” all'ottavo piano, che inizialmente aveva una colorazione piuttosto sobria in carta Salubra grigio-azzurra, si configura ormai come una nicchia in legno naturale, ancora oggi presente, con fogli di compensato di quercia posti davanti a pannelli isolanti di Solomite in fibre naturali compresse che seguivano il profilo asimmetrico della copertura a volta. Dopo questa prima “ristrutturazione”, l'ambiente interno si trova completamente modificato, una vera e propria trasfigurazione che si sarebbe estesa agli involucri nell'immediato secondo dopoguerra (figg. 9-10).

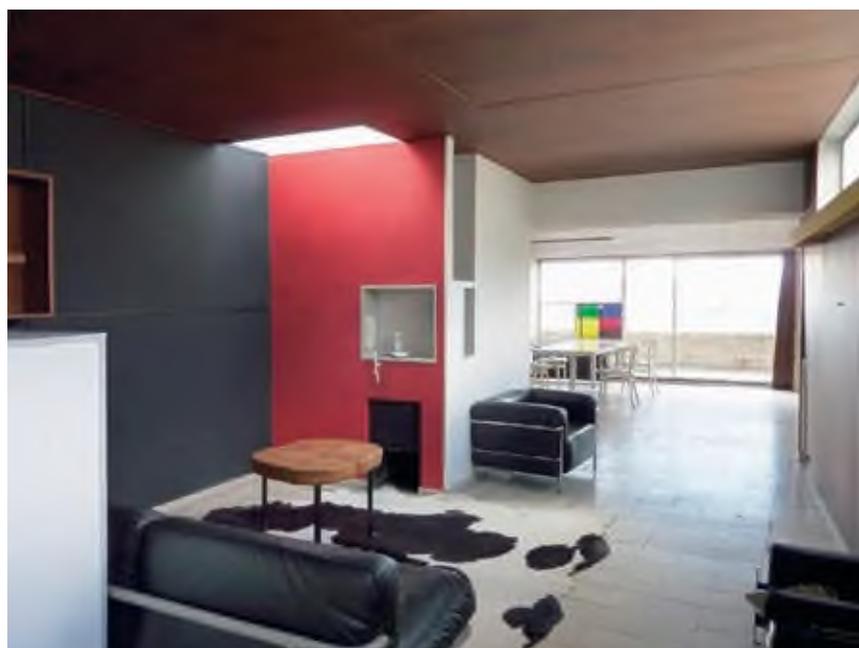
¹² Le Corbusier, *Les Maternelles vous parlent*, Denoël-Gonthier, Paris 1968, p. 56.

¹³ Lettera di Le Corbusier a Jean Duclos (Syndic de la Copropriété), 6 giugno 1950 (FLC, H2-18-20).

¹⁴ Lettera di Le Corbusier a sua madre, 8 aprile 1939, in R. Baudouin, A. Dercelles (a cura di), *Le Corbusier. Correspondance*, vol. II: *Lettres à la famille, 1926-1946*, Infolio, Gollion 2013, pp. 614-615.

¹⁵ *Claviers de couleurs* era il nome delle collezioni di carte da parati disegnate da Le Corbusier per Salubra.

Figg. 9, 10. Il “salone” nel 1934 e nel 2014, prima del restauro (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi e Giulia Marino).



«La ruggine è ovunque! E la ruggine porta alla distruzione!»¹⁶. *Sostituzione (e risostituzione) degli involucri*

Sebbene fossero stati sottoposti a un trattamento protettivo superficiale – «i telai sono spazzolati, trattati con ossido di piombo e verniciati con due mani di pittura ad olio» –, i serramenti in acciaio installati nel 1934 si deteriorarono rapidamente. Nel 1946, le facciate dello studio, le meno esposte, furono di nuovo riparate con quella che in realtà sarebbe la prima di una lunga sequenza di opere di risanamento. Quanto alle vetrature della facciata ovest, la situazione era ancora più critica. Le Corbusier, che aveva lasciato Parigi all'inizio della guerra, osserva al suo ritorno che l'assenza di riscaldamento ha aggravato i problemi di corrosione. La conservazione del *pan de verre* è impossibile:

Durante la mia assenza nel 1941, la Société La Nation, senza avvertirmi e senza che io l'approvassi, ha messo una spessa coltre di cemento sul mio balcone, la porta scorrevole della mia sala da pranzo e le soglie della mia camera da letto e della cucina [...] sono state letteralmente affogate nel cemento. Questo ha causato la rottura dei vetri per la pressione della ruggine, uno di essi si è frantumato completamente e gli altri si sono fessurati in diagonale. Inoltre, con la ruggine che spingeva in tutte le direzioni, delle infiltrazioni si sono riscontrate nella proprietà sottostante del mio vicino di casa. Così ho dovuto installare una parete di facciata in legno di quercia per sostituire i profili in metallo che ho dovuto rimuovere¹⁷.

Inizia così, per Le Corbusier, una vera e propria «battaglia personale contro la ruggine», battaglia che porterà a un più ampio ripensamento delle scelte architettoniche e costruttive attuate tra le due guerre¹⁸. Nella zona destinata all'appartamento, la grande porta scorrevole in vetro semplice che prolungava lo spazio interno verso il profondo balcone è sostituita da una cornice in legno molto più spessa, scandita secondo le proporzioni del Modulor adeguate però alle dimensioni delle stanze – un «sotterfugio», come dirà più tardi Le Corbusier, una sorta di *trompe-l'œil*. Una piccola nicchia provvista di vetri colorati è inoltre integrata al disegno. Questa nuova facciata in quercia è stata costruita dalla falegnameria Sylva di Saint-Dié-des-Vosges, di proprietà del suo amico

¹⁶ Lettera di Le Corbusier all'architetto Barbier, 16 ottobre 1957 (FLC, H2-6-325).

¹⁷ Nota di Le Corbusier a Thintouin (esperto del Tribunal de Paris nella controversia dell'architetto con la Société immobilière de Paris-Parc des Princes), 19 ottobre 1948 (FLC).

¹⁸ Gli scambi epistolari del 1958 con Pierre Jeanneret a proposito delle facciate della *Cité de refuge* a Parigi sono eloquenti.

Jean-Jacques Duval per il quale stava costruendo nello stesso periodo una fabbrica, l'*usine* Claude & Duval (1946-51), le cui facciate presentano numerose similitudini costruttive con quelle parigine¹⁹.

Allo stesso modo, il pannello che dà accesso dalla camera degli ospiti al balcone è stato dotato di una struttura in legno. Anche il chiosco sul tetto è stato modificato; la struttura originaria in acciaio è stata mantenuta per sostenere nuove sezioni in legno di quercia massiccio che incorporano doppi-vetri isolanti Atherson e pannelli opachi in compensato Plymax. Si percepisce in questa graduale “metamorfosi” l’influenza dell’*Unité d’habitation* di Marsiglia (1946-52) su cui l’*atelier de la rue de Sèvres* lavorava in parallelo. Come per gli involucri traslucidi in mattoni di vetro Nevada dei piani superiori della “grande corte” dell’edificio Molitor, sostituiti nel 1959 da un *pan ondulatoire* sul modello di quelli del convento de La Tourette (1953-59) o della *Maison du Brésil* (1953-59), Le Corbusier sperimentava, testando in casa sua i materiali, le *textures*, i colori e i dispositivi caratteristici della sua produzione del secondo dopoguerra.

Né la facciata in legno della stanza degli ospiti, né la parete di vetro della sala da pranzo a ovest ci sono pervenute inalterate. Nel 1964 furono in effetti nuovamente sostituite durante la ristrutturazione dell’edificio Molitor, un *affaire* in cui il “condomino” Le Corbusier fu coinvolto molto attivamente, con l’obiettivo di conservare il suo lavoro²⁰. L’architetto avrebbe voluto cogliere l’occasione per correggere alcuni difetti di progettazione proponendo, ad esempio, di sostituire gli involucri dell’Immeuble Molitor con nuove facciate concepite secondo lo stesso disegno delle originali, ma realizzate in acciaio inossidabile e poliestere rinforzato, una scelta scartata per ragioni economiche (figg. 11, 12, 13).

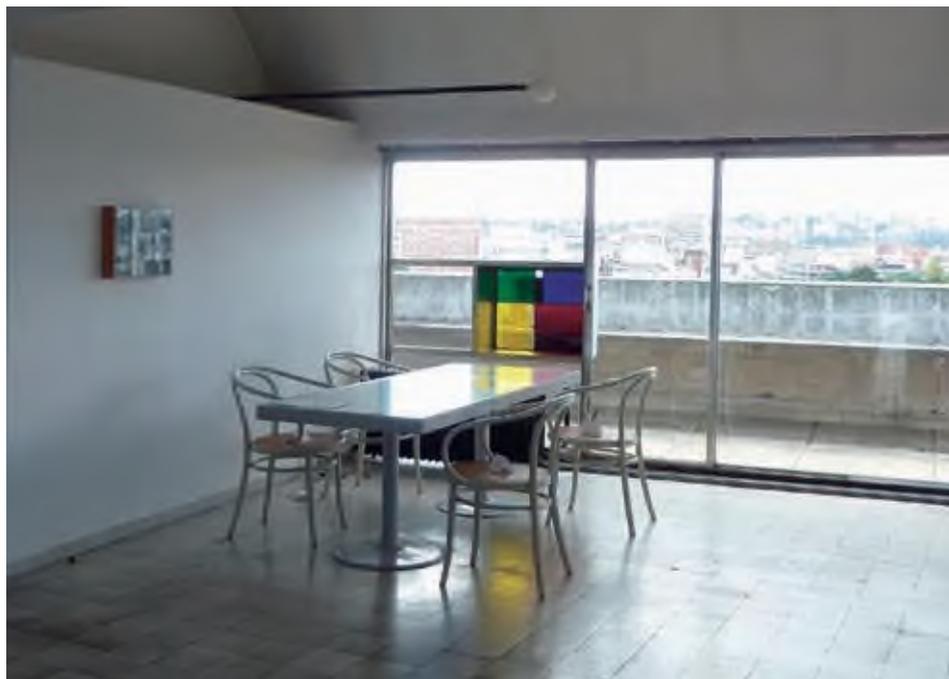
Se il suo ruolo sarà drasticamente ridimensionato nella gestione del progetto di ricostruzione delle facciate dell’edificio Molitor, per il suo appartamento, Le Corbusier ha la libertà di sostituire la facciata dello studio rispettando il disegno delle vetrate del 1934, ma integrando anche le modifiche degli anni Cinquanta, in particolare gli infissi apribili e gli elementi di tamponamento opachi. Sul lato ovest invece l’architetto opta per la sostituzione integrale, in una versione altrettanto “ibrida”, riproponendo la grande vetrata scorrevole originale, che, tuttavia, incorpora la nicchia di vetro colorato del 1948. Per questa terza versione della facciata ovest, l’architetto sceglie l’alluminio anodizzato naturale, considerato

¹⁹ Le facciate della fabbrica sono state progettate utilizzando lo stesso principio costruttivo del “24 NC” e comprendevano anche i vetri Atherson, i primi vetrocamera realizzati da Saint-Gobain, e installati da Jules Alazar.

²⁰ In questa fase Le Corbusier reclamò peraltro un vincolo di tutela dall’allora ministro André Malraux.

Figg. 11, 12, 13. La sala da pranzo e le sue molteplici vite: la vetrata scorrevole in acciaio laminato del 1934 è stata sostituita nel 1948 da un involucro in legno di quercia, che si rifà al Modulor. Nel 1964, pochi mesi prima della morte di Le Corbusier, si è trasformata di nuovo. Questa lastra di vetro sostenuta da sottili profili in alluminio, che integra il vetro colorato degli anni '40, è restaurata (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi e Giulia Marino).





un materiale di maggiore durabilità rispetto all'acciaio laminato del 1934 che aveva favorito fenomeni di corrosione e degrado.

Conservare il palinsesto

Lontano dall'immagine che ci restituiscono fotografie in bianco e nero pubblicate negli anni Trenta – che, per inciso, sono sapientemente messe in scena – lo studio-appartamento al 24 di rue Nungesser-et-Coli è il risultato di una complessa stratificazione dai molteplici significati. Dal suo stato originario, una dimostrazione delle ricerche sugli interni “puristi” fra le due guerre, alla versione più “brutalista” che attingeva al vocabolario sviluppato dall'architetto dopo il 1945, la trasformazione è radicale. *Pan de verre*, policromia, illuminazione indiretta, *Modulor*, *brise-soleil*... i grandi temi dell'opera di Le Corbusier sono esposti in casa sua in modo chiaro, dimostrativo, segnato da una forte autoreferenzialità.

Lo studio-appartamento rimase in effetti nella sua configurazione del 1934 solo fino al 1939, cambiando ancora una volta nel 1948, poco prima

delle grandi trasformazioni avvenute negli anni Cinquanta, e ben prima della (ennesima!) sostituzione degli involucri esterni nel 1964. Quando Le Corbusier morì nel 1965, lo studio-appartamento era già un “palinsesto”. Numerosi interventi successivi, la maggior parte dei quali per mano dei suoi collaboratori di un tempo, saranno realizzati con l’avanzare degli anni, sullo sfondo di un dibattito “teorico” fecondo. Condotti con un certo pragmatismo quanto alle soluzioni tecnologiche, i restauri successivi mostrano una certa deferenza verso il “Maestro”. Il caso del chiosco che dà accesso alla terrazza-giardino sul tetto è paradigmatico, in quanto si sono potute documentare ben cinque fasi distinte: acciaio laminato (1934), quercia (1948), pino (1983), profili Technal verniciati (1987) e acciaio inossidabile (2005) (figg. 14, 15, 16, 17, 18). Dai restauri “à l’identique” che cercano di riprodurre se non il “manufatto” ori-

Figg. 14, 15, 16, 17, 18, 1. Acciaio laminato (1934), legno di quercia (1948), legno di pino (1983), profili Technal (1987), acciaio inossidabile (2005): emblematico il caso del chiosco che dà accesso alla terrazza sul tetto, per la quale sono state individuate ben cinque diverse situazioni. Dà la misura del “palinsesto” di eccezionale complessità che è il 24NC (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi e Giulia Marino).











ginale almeno una sua “rappresentazione”, alle più visibili “modernizzazioni” chiaramente rivendicate come tali, gli approcci più diversi si combinano e si sovrappongono. La storia materiale dello studio-appartamento si prolunga alla storia materiale dei suoi restauri. Tra il 1934 e il 1965, gli interventi di Le Corbusier attestano una relazione alla materialità che, in fondo, era già in qualche modo mutevole – si pensi alla policromia, dai rivestimenti murali di Salubra degli anni Trenta alle vernici opache Matroil-Berger degli anni Cinquanta. Ma le opzioni scelte per i restauri successivi sono altrettanto varie; retrospettivamente, esse racchiudono in modo esauriente i grandi temi del restauro dell’opera architettonica di Le Corbusier, così ampiamente dibattuti negli ultimi anni.

Preservare la stratigrafia, ripristinare gli interni «vissuti»

Da questo studio dell’appartamento nel tempo emerge un fatto evidente: sembra impossibile districarsi nella cronologia delle “molte vite del 24 NC”: la sua complessa stratigrafia è parte integrante dell’importanza del monumento. La scelta di un periodo di riferimento specifico porterebbe in effetti su un terreno difficile dal punto di vista deontologico. Partendo da questa premessa, con le linee-guida elaborate nel 2014 e adottate poi nel restauro del 2015²¹, si sono suggerite due distinte strategie di intervento: la *conservazione* degli involucri nel loro stato attuale “2016”, che, a parte alcuni interventi localizzati, non sono troppo lontani da come erano nel 1965; e il *restauro* degli interni «vissuti», che corrispondono quindi all’ultimo periodo di occupazione dell’architetto, conservando le modifiche da lui stesso apportate nel corso degli anni e ripristinando alcuni aspetti dell’arredo interno.

Quest’ultimo punto implica il ripristino degli schemi di colore, il restauro conservativo dei dispositivi di illuminazione e dei mobili originali. Per rispondere alla duplice missione della Fondation Le Corbusier, che mira a garantire la conservazione dell’oggetto costruito valorizzando al tempo stesso le qualità intangibili dell’ambiente domestico del suo progettista, la riflessione preliminare su come affrontare le sfide museografiche si è rivelata altrettanto fondamentale (figg. 19, 20).

²¹ Agence François Chatillon architecte - Fondation Le Corbusier, 2015-2018.

Figg. 19, 20. L'“atelier” dello studio-appartamento di Le Corbusier (Archivi della Fondation Le Corbusier, Parigi).



In particolare, va evidenziato lo stretto legame tra l'architettura e la "collezione" di Le Corbusier. «Tutte queste mura abitate da una folla di oggetti»²², ma anche i dipinti posizionati strategicamente in alcuni punti degli interni, sono essenziali per la lettura dell'ambiente costruito. Come giustamente osservava Maurice Besset nel 1966, non si tratta di «parodiare ciò che lo stesso Le Corbusier chiamava la sua 'geologia' o 'stratigrafia', che aveva senso solo in relazione al lavoro creativo per il quale forniva il materiale primario»²³. Si tratta piuttosto di ricorrere – senza ricadere nell'agiografia – a una museografia ponderata, valida sul piano filologico e anche scientifico, e tuttavia efficace dal punto di vista didattico. A completamento delle misure di conservazione dello studio-appartamento, non si può fare a meno di includere nel restauro degli interni alcuni elementi "evocativi". Si tratta di selezionare nella vasta collezione della Fondation Le Corbusier qualche oggetto particolarmente rappresentativo (le brocche spagnole? La maschera africana in legno? Il tappeto rosso di Tlemcen?), e delle opere d'arte da riproporre nella loro collocazione originale (una natura morta? la tela di Fernand Léger? la scultura di Lipchitz?), complemento indispensabile per apprezzare l'importanza dello straordinario palinsesto che è il 24, rue Nungesser-et-Coli.

²² Le Corbusier, intervista radiofonica con Robert Mallet, cit.

²³ M. Besset, Note sull'appartamento di Le Corbusier indirizzate a Hubert Poyet, consulente tecnico, ministère des Affaires culturelles, 7 novembre 1966 (FLC, archivi recenti).

Mario Pisani

L'architettura del nuovo millennio

«Il vero nuovo è ciò che corrisponde ad un desiderio antico»

(P. Valéry)

Ho provato a rintracciare gli esempi più interessanti dell'architettura del nostro tempo, quelli che contemporaneamente si esprimono impiegando il linguaggio del nostro tempo e che riescono a trasmettere sensazioni, umori, atmosfere significative che sono in grado di gettare un ponte con il tempo prossimo venturo.

Ho cercato di prefigurare una sorta di possibile città che ha i piedi ben piantati nella storia e nella contemporaneità, ma che sa anche guardare al futuro, cogliendo i segnali che ci lasciano intendere cosa può avvenire. Ciò tenendo ben presente una delle contraddizioni che sta vivendo la nostra società. In particolare, il fatto che «mentre i grandi agglomerati urbani ospitano ormai la gran parte della popolazione mondiale, interi territori si spopolano»¹ unito al grande dramma che sta vivendo la terra che, vale la pena rammentarlo, è l'unica che abbiamo.

È pensando proprio alle antinomie del nostro tempo che presento, come una sorta di viatico, prima di entrare in città, una architettura realizzata in Cile alcuni anni or sono: le Termas Geométricas Hot Springs Complex a Germán del Sol (fig. 1).

¹ V. Teti, *Quel che resta. L'Italia dei paesi, tra abbandoni e ritorni*, Donzelli, Roma 2017, p.8.

Fig. 1. Le Termas Geométricas Hot Springs Complex a Germán del Sol.



Si tratta di 17 vasche in ardesia naturale con acque termali calde che scorrono in abbondanza lungo un ruscello di montagna, nel mezzo alla foresta originaria del Parco Nazionale di Villarrica che si trova a 450 miglia a sud di Santiago. Qui si può passeggiare sulla passerella in legno o perdersi nel verde fino a trovare una pozza nascosta per fare il bagno da soli o in buona compagnia, restando affascinati dall'ambiente naturale che rischiamo di perdere. L'acqua calda delle sorgenti viene distribuita alle vasche attraverso condotti di legno che corrono sotto il passaggio pedonale e lo scaldano, mantenendolo asciutto e sicuro. Vicino a ognuna si trova un padiglione costruito con legno locale, con bagno privato, spogliatoi e un ponte per riposare. Un grande tetto copre uno spazio appartato dove si può stare accanto al fuoco, guardarsi intorno o fare conversazione. L'opera è dell'architetto Sherwin Williams che è intervenuto sul luogo con rara sensibilità e poesia.

Se entriamo in città ad accoglierci troviamo l'asilo nido realizzato da MAD (fig. 2), uno studio di architettura formato da due cinesi e un giapponese: Ma Yansong, Dang Qun, Yosuke Hayano. Situato sul sito di un tradizionale cortile siheyuan che risale al 1725, lo schema di MAD inserisce un nuovo edificio che sembra voler proteggere quelli esistenti e li ripristina per il nuovo uso.

Il progetto inventa un dinamico tetto galleggiante che circonda il cortile storico e propone una nuova narrazione urbana a più livelli, dove convivono vecchio e nuovo.

C'è un detto nella vecchia Pechino quando i bambini sono cattivi: «se resti per tre giorni senza essere punito, il tetto crollerà», ricorda Ma Yansong, presidente della MAD. Giocando su questo, MAD immagina il tetto del Courtyard Kindergarten come un luogo pieno di magia – una fuga allegra e giocosa per i bambini che rappresenta un simbolo di libertà e immaginazione. Gli autori dell'opera hanno colto un segnale che giunge dal passato, dai detti degli anziani e lo hanno saputo leggere e tradurre in un atto pieno di poesia, renderlo vivo e fondante per l'oggi.

Fig. 2. L'asilo nido realizzato da MAD.



L'architettura che segue: la Coach House (fig. 3) è opera dello studio AP e si trova sull'isola di Malta, nel centro antico del borgo di Balzan, ai margini di

Fig. 3. *La Coach House* dello studio AP.



un'area limitrofa al centro storico. Le poche tracce disponibili sulla proprietà suggeriscono che sia servito come edificio dell'adiacente Palazzo Bosio, costruito nel XVIII secolo per Vincenzo Bosio, comandante dei cavalieri, come residenza. Il progetto parte dalla necessità di preservare la natura funzionale dell'edificio preesistente e soddisfare le nuove richieste a partire dal suo stato fatiscente, con molte aperture mancanti, i muri in pietra senza giunti di malta e l'invasione di piante dovuta all'ambiente umido per il mancato utilizzo e l'assenza di manutenzione.

Gli interventi strutturali sono stati effettuati in modo da garantire la protezione dell'edificio esistente e la reversibilità delle nuove aggiunte. Possiamo dire con Alain de Botton «malgrado questa casa non sia in grado di offrire soluzioni ai numerosi mali che ne affliggono gli abitanti, le sue stanze testimoniano una felicità alla quale l'architettura ha dato il proprio contributo»².

VIA 57 West (fig. 4) rappresenta la nuova porta per Manhattan, opera dei BIG - Bjarke Ingels Group, uno dei gruppi più stimolanti del panorama internazionale. Si tratta, come scrivono gli autori, di un ibrido di 80.000 mq tra il blocco perimetrale europeo e un tradizionale grattacielo di Manhattan. Una forma unica che combina i vantaggi di entrambi: la compattezza e l'efficienza di un edificio a cortile che fornisce densità, un senso di intimità e sicurezza, con l'ariosità e le ampie vedute di un grattacielo. Mantenendo bassi tre angoli dell'isolato e sollevando l'angolo nord-est verso la sua cima di 467 piedi, il cortile apre le viste verso il fiume Hudson, portando la luce del basso sole occidentale in profondità nell'isolato e preservando gentilmente le viste adiacenti della torre Helena sul fiume. La forma dell'edificio cambia in base al punto di vista dello spettatore. Mentre appare come una piramide dalla West-Side-Highway, si trasforma in una drammatica guglia di vetro dalla West 58th Street.

È interessante scoprire come la pubblicità dell'impresa costruttrice si sia occupata della costruzione scrivendo: «Abbraccia una casa in cui puoi vivere, lavorare e prosperare. Con viste stimolanti sul fiume Hudson, [...] offre residenze in affitto senza fumo, di alta qualità che bilanciano l'eccitazione della città e la tranquillità della natura». Un superblocco residenziale con monocali, residenze da una, due, tre e quattro camere da letto, molte con terrazze e balconi, ma anche un giardino esclusivo di 22.000 piedi quadrati con 88 alberi, 47 piante, panchine e aree per diverse attività mentre all'interno oltre alle sale di lettura per i residenti, il solarium, un cinema e sale giochi, la palestra e il campo coperto per la pallacanestro, la sala fitness e la piscina.

² A. De Botton, *Architettura e felicità*, Guanda, Parma 2006, p. 9.

«L'architettura dinamica dell'edificio si estende agli interni, che fluiscono organicamente dalla vita interna a quella esterna. I materiali e la costruzione sono stati attentamente considerati per la loro resilienza e impatto ambientale». E ancora: «Ogni aspetto del nostro design è stato attentamente pianificato per risparmiare acqua, ridurre il fabbisogno energetico e promuovere il benessere dei nostri residenti». Insomma una vera meraviglia in grado di arricchire il costruttore e far felici gli utenti.

Fig. 4. VIA 57 West dei BIG - Bjarke Ingels Group.



Il Plasencia Auditorium and Congress Center (figg. 5, 6), opera dell'architetto Selgas Cano, si trova nella città di Cartagena, in Spagna, nella periferia di Plasencia al confine tra la città e il paese, in un luogo naturale, toccato da millenni solo dal clima, ripristinato in pochi anni. Il progettista ha deciso di posizionare l'edificio su un livello molto più basso della strada per la notevole differenza di altezza tra il mondo artificiale creato un terrapieno alto 17 metri che copriva i contorni naturali, che si trova sepolto sotto.

La decisione presa consiste nel massimo rispetto per il terreno. Il volume si poggia sopra di esso e copre una minima parte dell'area disponibile come se l'edificio fosse un'isola naturale nella futura zona d'espansione. In questo modo

Figg. 5, 6. Il Plasencia Auditorium and Congress Center dell'architetto Selgas Cano.





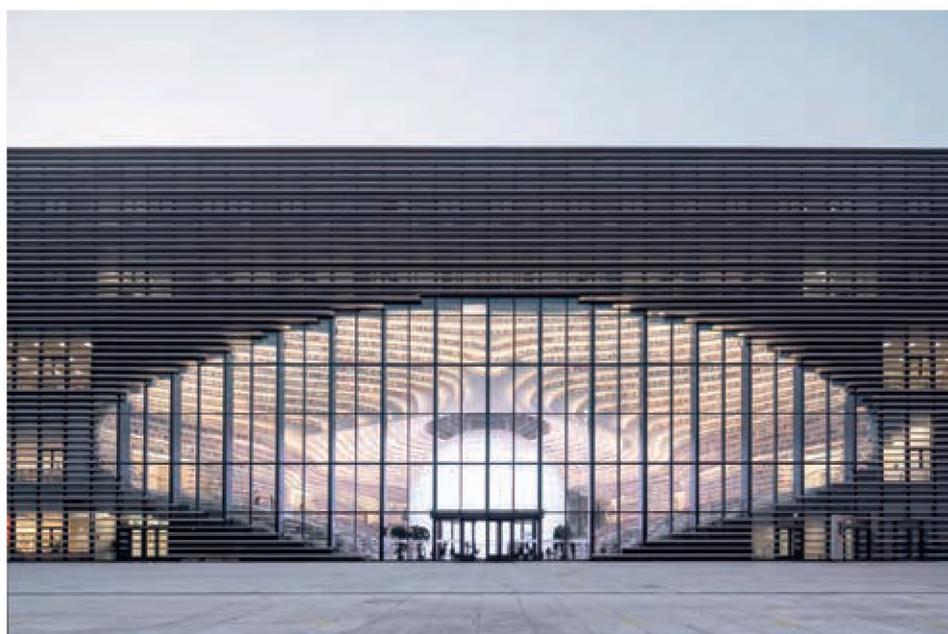
il volume può essere visto in lontananza sia da nord che da sud, quando si passa ad alta velocità in auto, e per questo è stato pensato come una rapida istantanea o un'improvvisa forma luminosa. Un segno per i passeggeri di giorno e di notte, cercando di suscitare una corrispondenza tra sensazione e realtà.

L'ingresso si trova al livello della strada urbana, a più di 17 metri sopra la sua parte più bassa e si entra utilizzando una passerella arancione che arriva a un canyon verticale profondo 12 metri nello stesso colore, dove sono accentuate le vedute della campagna e gli speroni del monte. Da qui è possibile spostarsi in tutto il guscio centrale in cemento, salire o scendere su una serie di rampe e scale a chiocciola che mescolano spazi esterni e interni.

MVRDV è lo studio olandese di architettura e progettazione urbana fondato nel 1993 e l'acronimo dei fondatori Winy Maas, Jacob Van Rijs e Nathalie De Vriescon. Oggi conta 200 componenti che lavorano a Rotterdam, Parigi e Sciangai. Nel 2018, in collaborazione con gli architetti locali TUPDI, realizzano in soli tre anni, su incarico del comune di Tianjin Binhai, la Biblioteca Tianjin Binhai (figg. 7, 8) chiamata "l'occhio", dove sono evidenti i riferimenti all'immagine straordinaria inventata da Claude Nicolas Ledoux per esemplificare il suo teatro a Besançon costruito tra il 1778 e il 1784.

Si tratta di un centro culturale di 33.700 mq con un auditorium sferico luminoso attorno al quale si innalzano scaffali dal pavimento al soffitto. All'interno

Figg. 7, 8. La Biblioteca Tianjin Binhai.



una sorta di onda rappresenta la principale invenzione e il dispositivo spaziale che viene utilizzato per incorniciare lo spazio e proporre scale, sedute, soffitto a strati e persino persiane sulla facciata.

L'edificio, oltre a numerose sale multimediali, raccoglie 1,2 milioni di libri e in un anno è stato visitato da oltre due milioni di persone. Winy Maas ha scritto a proposito: «L'occhio è il centro della biblioteca, si scava dentro l'edificio per creare oltre alle librerie, un ambiente in cui potersi sedere e leggere, uno spazio sociale organico. Nel cuore della struttura c'è l'auditorium che rispecchia l'ambiente, dando un panorama a 360 gradi dello spazio interno, un ambiente del tutto riflessivo e meditabondo».

Nella nostra città immaginata non può mancare un luogo sacro anche se quello che abbiamo scelto non si trova nel tessuto urbano ma in campagna, a Sacromonte, in uno splendido paesaggio e come scrive l'autore: MAPA Arquitectos rappresenta «un campo di forze relazionali, di antica intensità e di nuovi impulsi che creano congiuntamente una nuova entità senza precedenti. Pertanto, la natura, la produzione, le infrastrutture e l'energia palpabile del sito configurano un campo di stimoli da scoprire; un campo di esperienze». Qui, realmente in un luogo dell'anima, la piccola Cappella (fig. 9) di 27 metri quadri si insedia con grazia tra vigneti, lagune, colline e rifugi e funge da amplificatore del paesaggio, si fonde con l'ambiente circostante portando l'esperienza sensoriale della natura a un livello del tutto nuovo per essere visto da lontano e guardare lontano.

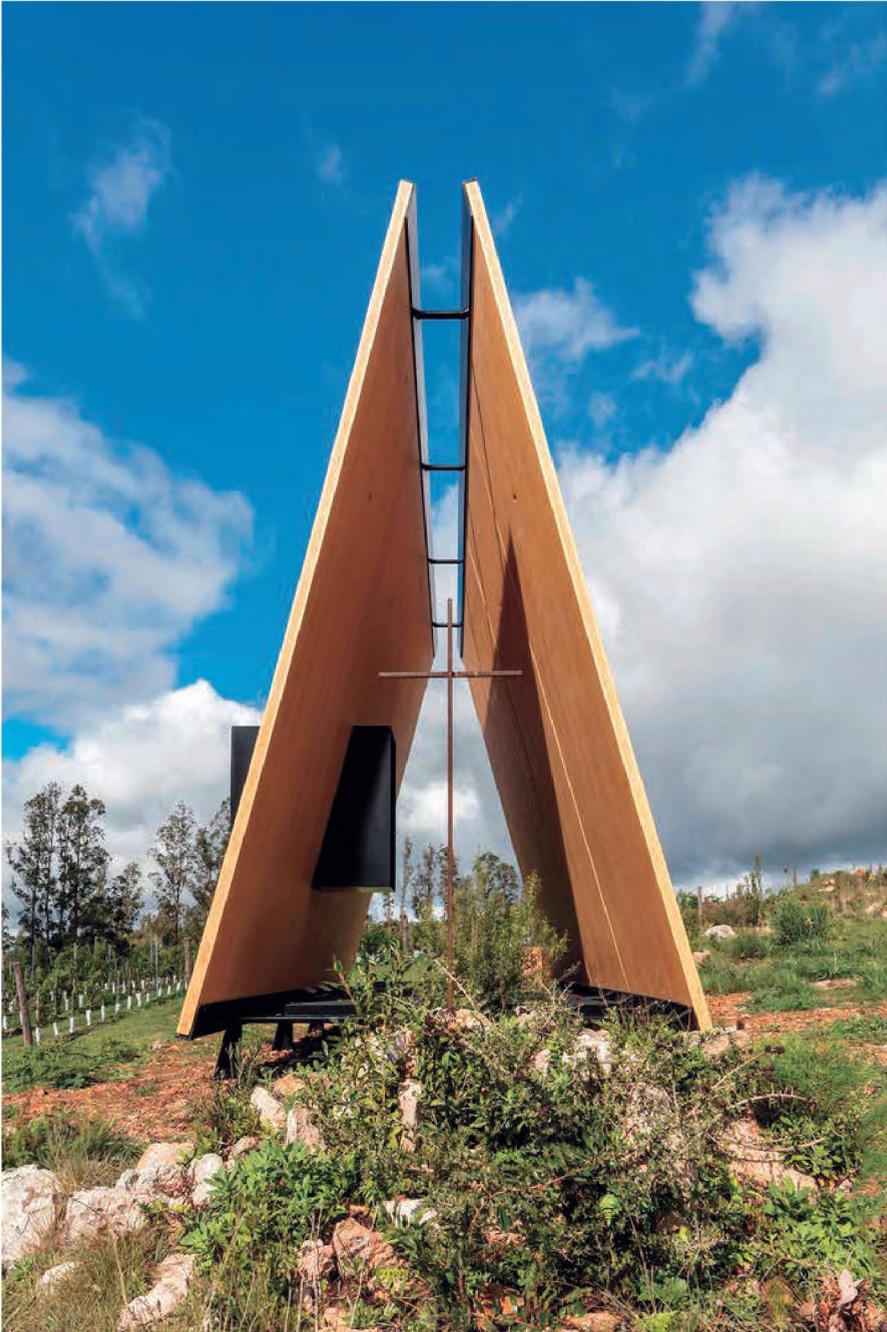
Massimo Venturi Ferriolo, nel suo magnifico volume³ ci rammenta che «la filosofia insegna, fin dall'originario significato semantico del giardino quale grembo della vita, ad agire nel rispetto dei nostri luoghi, del nostro intero pianeta: in definitiva di noi stessi». E ancora: «Questa filosofia è attuale per combattere la povertà del mondo e curare le terre dove abitiamo, difendendole dall'aggressività liberista, per salvare, con il mito eterno, la nostra vita».

Di questo ci parla l'umile cappelletta in Uruguay consapevoli, con Stendhal, che la bellezza è una promessa di felicità.

Vogliamo terminare il nostro girovagare tornando al giardino per presentare Whiting Forest of Dow Gardens (figg. 10, 11) realizzata dallo studio Metcalfe in Midland, Michigan, United States. Si tratta dell'ultimo progetto di gioco naturalistico. Si trova a Midland, nel Michigan, e il ponte che si snoda in quota permettendo di osservare i giardini dall'alto è stata inaugurato nell'ottobre 2018 come complemento orientato all'esperienza del complesso Dow Gardens, il giardino pubblico simbolo istituito nel 1899 da Herbert H. Dow.

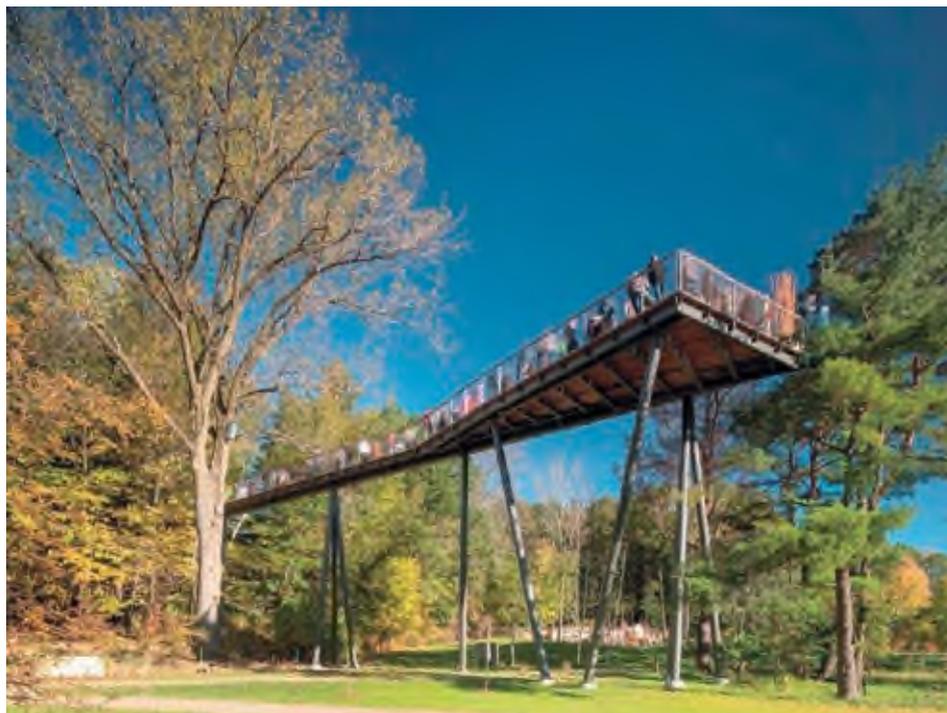
³ M. Venturi Ferriolo., *Oltre il giardino Filosofia del paesaggio*, Einaudi, Torino 2019, p. 3.

Fig. 9. La Cappella a Sacromonte.



Figg. 10, 11. Il Whiting Forest of Dow Gardens realizzata dallo studio Metcalfe in Midland, Michigan.





Il Dow Gardens si estende per 54 acri di boschi, stagni, meleti, prati e ruscelli. Ospiti di tutte le età e abilità sono immersi nella foresta durante la passeggiata in quota più lunga della nazione che corre per 1400 piedi di lunghezza, salendo fino a 40 piedi sopra la terra. Ovviamente non poteva mancare il parco giochi, il meleto, Whiting Forest Cafe, il restauro di Snake Creek, e ben due ponti pedonali.

I messaggi che ci giungono da questi interventi confermano la filosofia del giardino come antidoto ai veleni del nostro tempo e supportano un'etica per domani, per coltivare un mondo trasformato dove l'uomo è ricongiunto alla Natura, sua madre. Un mondo libero dall'ossessione dello sviluppo, che sia sostenibile o no, un cosmo liberato dalla bellezza, esonerato da ogni dogmatica rigidità cartesiana per essere abitato poeticamente con l'antica azione rispettosa. Per questo il giardino ci riserva sempre una grande lezione veramente *teatrale*⁴.

⁴ *Ivi*, p. 8 n. 3.

Anche di questo ci parla l'architettura del nostro tempo come giusta risposta al consumismo quotidiano.

Bibliografia

- Big, *Hot to cold. An odyssey of architectural adaptation*, Taschen, Berlin 2015.
- Costanzo M., *MVRDV Opere e Progetti 1991-2006*, Skira, Milano 2006.
- De Botton A., *Architettura e felicità*, Guanda, Parma 2006.
- Lauria D., *Sudamericana racconti di città*, Timia edizioni, Roma 2019.
- Pisani M., *Abitare in Cina oggi Esperienze a confronto*, Libria, Melfi 2020 .
- Sacromonte Landscape Hotel Chapel / MAPA Arquitetos ArchDaily Curated by Pedro Vada.*
- Teti V., *Quel che resta. L'Italia dei paesi, tra abbandoni e ritorni*, Donzelli, Roma 2017.
- Thake C., *Contemporary Architecture in Malta*, Kite Group Ltd, 2017.
- Venturi Ferriolo M., *Oltre il giardino Filosofia del paesaggio*, Einaudi, Torino 2019.
- Yansong M., *Mad Works Mad Architects*, Phaidon Press, London 2016.

L'innovazione per progettare un futuro sostenibile della città

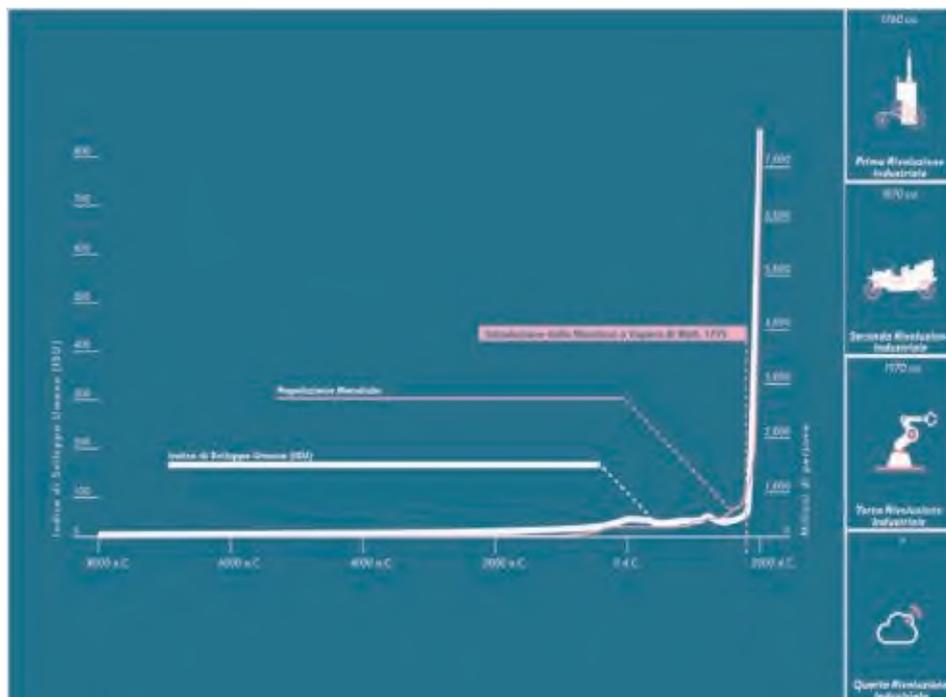
Introduzione

Il significato di “innovazione” non è univoco, vi sono numerosissimi testi e persone che discutono, osservano, analizzano le diverse sfaccettature di quello che può rientrare nella categoria dei diversi significati di innovazione.

Partendo dalla definizione più generale e condividibile che dà l'enciclopedia Treccani: «In senso concreto, ogni novità, mutamento, trasformazione che modifichi radicalmente o provochi comunque un efficace svecchiamento in un ordinamento politico o sociale, in un metodo di produzione, in una tecnica, ecc.», si deve poi considerare le differenze legate al settore delle attività dell'uomo a cui si fa riferimento, tecnologico, finanziario, sociale, politico, ecc. Tra questi i settori economico-finanziario e tecnologico sono quelli per cui si sono investite più parole negli ultimi anni a dare un significato e usare il concetto di innovazione. Nel presente scritto si vuole provare a osservare e discutere del significato e del ruolo dell'innovazione nel settore delle costruzioni in uno specifico ambito, il futuro sostenibile della città.

Se si osserva lo sviluppo socio-culturale umano e l'aumento della popolazione sulla Terra nel corso della storia, dalla comparsa dell'uomo ai giorni nostri, esso è incredibilmente noioso per un periodo lunghissimo (fig. 1)! Questa affermazione è la conclusione a cui si può giungere osservando che per migliaia di anni lo sviluppo delle conquiste dell'uomo e il contemporaneo aumento della popolazione mondiale sono rimasti pressoché costanti sino a un accadimento storico specifico, la scoperta del motore a vapore di Watt (1775) che ha segnato l'inizio della prima rivoluzione industriale. Essa ha permesso di passare dagli strumenti manuali a disposizione dell'uomo, alimentati con la forza dell'uomo o degli animali, alla meccanizzazione della

Fig. 1. La curva della storia umana (Bonini et al., 2020).



produzione. A essa è seguita la seconda rivoluzione industriale tra la fine del XIX e l’inizio del XX secolo, che coincide con l’inizio della produzione di massa e con l’uso della catena di montaggio e, soprattutto, con la scoperta dell’energia elettrica. La terza rivoluzione industriale, anche nota come rivoluzione digitale, è iniziata negli anni ’40 del XX secolo con lo sviluppo della teoria binaria da parte di John V. Atanasoff e Clifford Berry che ha generato lo sviluppo dell’archiviazione binaria sino alla commercializzazione nel 1956 da parte dell’IBM del *350 Disk Storage Unit*, il primo sistema di archiviazione basato su dischi magnetici e il primo a fornire un accesso casuale ai dati memorizzati.

Come nei casi precedenti quella che viene definita la “quarta rivoluzione industriale” è collegata a innovazioni introdotte dall’uomo; proprio dalla scoperta delle opportunità date dai processi digitali, a partire dagli anni ’50 del XX secolo, con una netta accelerazione negli anni ’90 dovuta all’avvento del Web (World Wide Web), la digitalizzazione ha cambiato il nostro modo di

lavorare, fare acquisti, viaggiare, educare, governare, gestire la nostra salute. E il mondo delle costruzioni-infrastrutture? Questo settore non ha “ancora” sfruttato le potenzialità della rivoluzione digitale, osservando il suo andamento dall’inizio della IV rivoluzione ai giorni nostri si osserva che esso presenta una decrescita di produttività (fig. 2) ed è ancora nella fase preliminare di quella che può essere definita una “rivoluzione” (fig. 3).

Fig. 2. Confronto dell’andamento della produttività nei settori delle attività dell’uomo e il settore delle costruzioni-infrastrutture (Bonini et al., 2020).

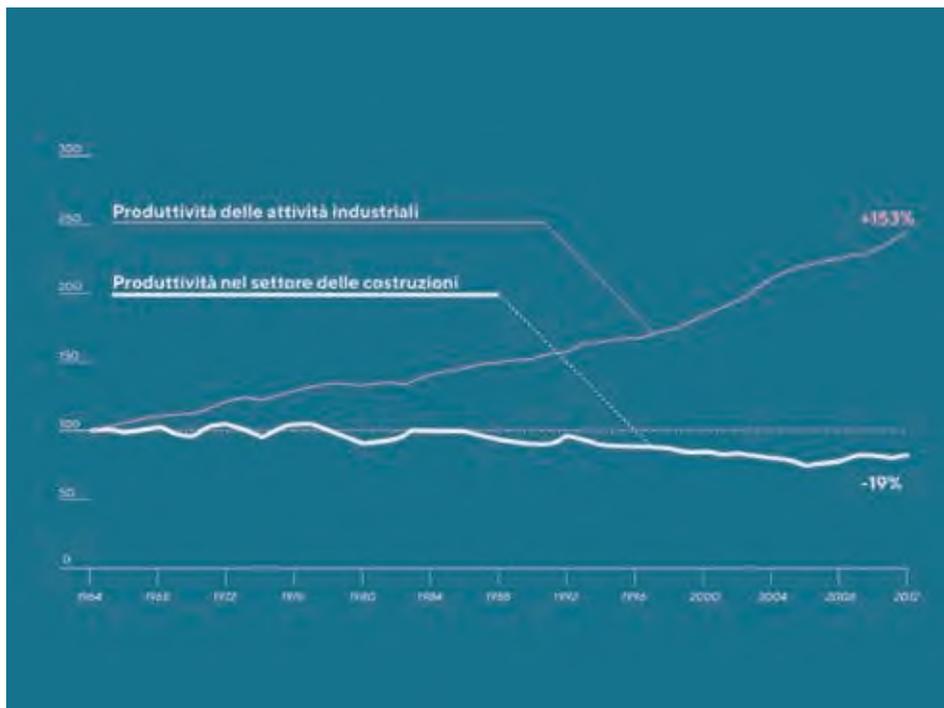
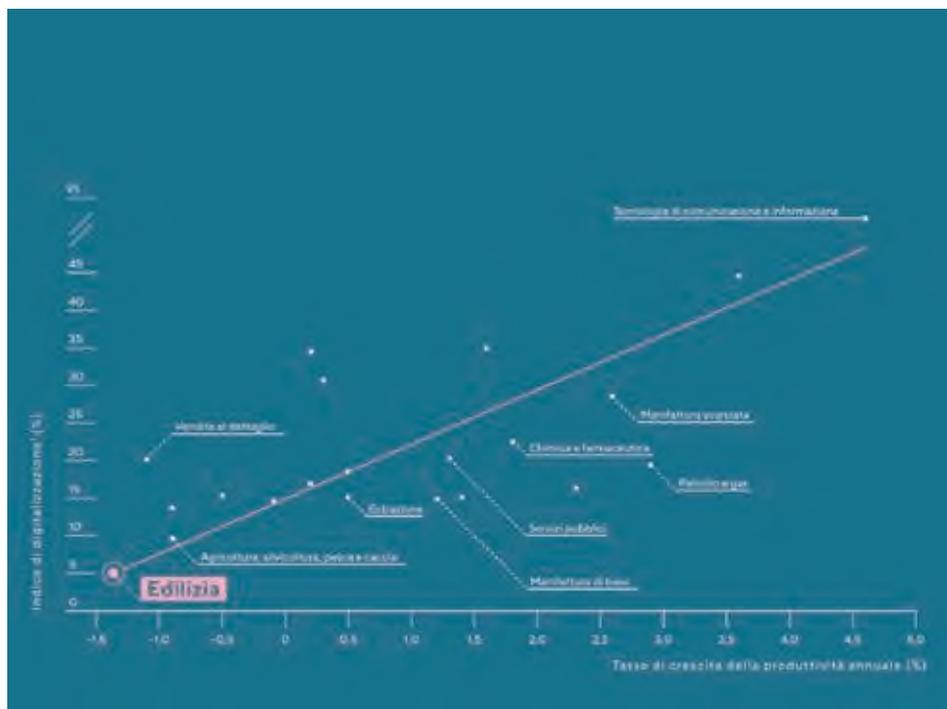


Fig. 3. L'indice di "trasformazione digitale" nei settori delle attività dell'uomo (Bonini et al., 2020).



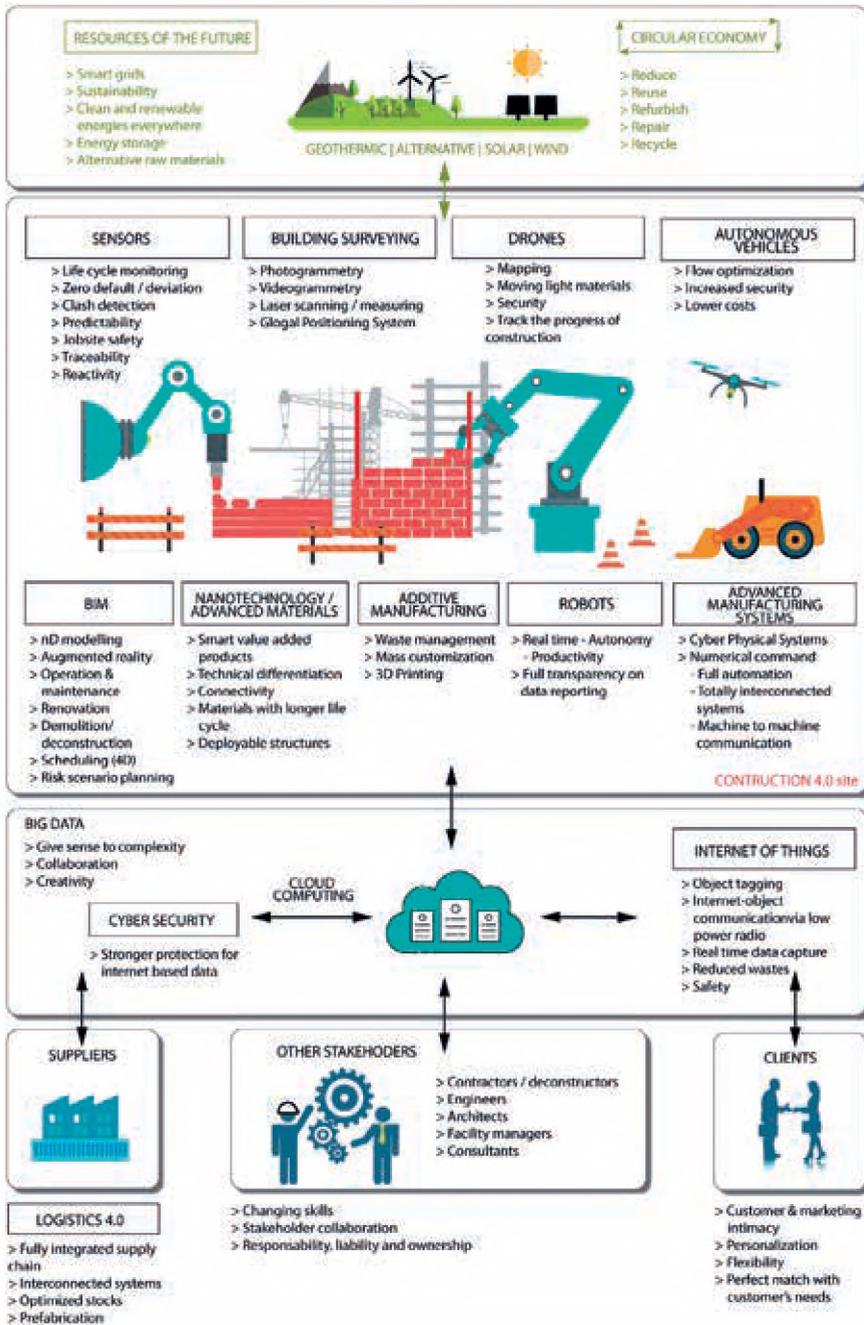
Costruzione 4.0

Questo stato di fatto viene giudicato diversamente a seconda delle numerose e diverse filosofie di pensiero nel settore delle costruzioni, infatti, quello che qui stiamo definendo “settore delle costruzioni” racchiude in sé le più varie anime che spaziano dall’architettura alla produzione dei materiali, dalla storia dell’architettura alla prefabbricazione industriale, dall’urbanistica all’automazione degli edifici e si potrebbe continuare a trovare ambiti e attività specifiche dell’uomo sempre da includere nel “settore delle costruzioni”. In tutta questa varietà di possibili pensieri e opinioni, però, si può forse identificare un punto comune, la quarta rivoluzione industriale, l’introduzione di un nuovo livello infrastrutturale non fisico, ossia l’infrastruttura digitale, che è ormai una realtà della nostra società e difficilmente potrà regredire o ancor meno scomparire. Allora in ogni caso può essere interessante osservare, nel

modo più oggettivo possibile, in che cosa consiste o in che cosa può o potrà consistere la rivoluzione digitale nel settore delle costruzioni. Spesso si parla di “Costruzione 4.0” per indicare il nuovo modo di concepire il processo dalla progettazione alla gestione alla demolizione/riciclo di un manufatto (fig. 4) nell’ambito delle costruzioni-infrastrutture. Una “Costruzione 4.0” è costituita da numerosi e diversi elementi che hanno un denominatore comune, la presenza di una dimensione digitale. La struttura di una “Costruzione 4.0” può essere sintetizzata dalle seguenti parti-fasi:

- Il Cantiere:
 - sensori: monitoraggio del ciclo di vita, riduzione o eliminazione degli errori, rilevamento delle intersezioni, previsione precisa delle fasi di avanzamento lavoro, sicurezza nel cantiere, tracciabilità dei lavori, controllo in tempo reale;
 - rilievo: fotogrammetria, videogrammetria, scansione/misura laser, sistema di posizionamento globale (GPS);
 - droni: mappatura, movimentazione di materiali leggeri, controllo della sicurezza, registrazione dell’avanzamento dei lavori;
 - veicoli autonomi: ottimizzazione dei flussi di lavoro, aumento della sicurezza, riduzione dei costi;
 - *Building Information Modeling* (BIM): modellazione a più dimensioni, realtà aumentata, simulazione, aggiornamenti costante, controllo della fase di demolizione/smontaggio, controllo dei tempi, verifica dei rischi;
 - materiali intelligenti: prestazioni intelligenti aggiuntive, differenziazione tecnologica, connettività, durabilità, strutture componibili;
 - manufatti adattivi: gestione dei rifiuti, personalizzazione del progetto, stampa 3d;
 - robot: autonomia e produttività costante, registrazione oggettiva dei dati;
 - sistemi produttivi avanzati: sistemi cibernetici per i lavori di cantiere, comandi numerici, comunicazioni macchina-macchina.
- La gestione del processo in rete mediante:
 - *Big data*: dare senso alla complessità, ottimizzare la collaborazione, aumentare la creatività;
 - *Internet of things*: classificazione degli oggetti, comunicazione tramite internet, cattura dei dati in tempo reale, riduzione dei rifiuti, sicurezza;
 - *Cybersecurity*: maggiore sicurezza dei dati provenienti da internet.
- Altri elementi legati alla digitalizzazione:
 - rapporto con i fornitori: catena di fornitura completamente integrata, sistemi interconnessi, ottimizzazione dell’immagazzinamento, prefabbricazione;

Fig. 4. La “costruzione 4.0” (Craveiro et al., 2019).



- rapporto con gli altri professionisti coinvolti nel processo di costruzione: scambio delle competenze, collaborazione, responsabilità;
- rapporto con i clienti: rapporto diretto tra le parti, personalizzazione delle esigenze, flessibilità, ottimizzazione delle esigenze del cliente.

Ecco allora che anche nel settore delle costruzioni l'innovazione, intesa come il rendere reale una brillante idea utile per chi la produce e per chi ne usufruisce, l'innovazione come "Costruzione 4.0", ha potuto, può e potrà essere un efficace strumento per incrementare lo sviluppo, in positivo, del come progettare nuove costruzioni, ottimizzare il "funzionamento" delle costruzioni esistenti, concepire la crescita dei nostri quartieri e delle nostre città, piccole o grandissime, come viene previsto dalla Commissione Europea. Questa "ipotesi" vale ancor di più se si vuole considerare l'innovazione strumento per lo sviluppo sostenibile delle nostre città.

Sviluppo sostenibile

Lo sviluppo sostenibile è il secondo concetto che si vuole declinare per il suo ruolo nel settore delle costruzioni, a prescindere dall'uso di questa denominazione nella nostra contemporaneità. Gli effetti negativi dell'*evoluzione* civile sull'ambiente sono riconosciuti come una delle principali criticità del nostro tempo, soprattutto in previsione di quello che potrà essere il futuro della società civile. Le cause principali di tali effetti, con particolare riferimento agli accadimenti degli ultimi decenni, sono la mancanza di controllo sulle attività umane finalizzate alla crescita economico-tecnologica, il conseguente uso eccessivo delle risorse naturali, con una progressione negativa delle forme e delle entità di deterioramento, la crescita incontrollata della popolazione mondiale e della malnutrizione. Per completezza di informazione si ricorda che alcuni esperti ritengono le previsioni negative sui cambiamenti del pianeta inficiate da errori rilevanti dovuti alla qualità degli strumenti previsionali usati e ai dati impiegati (vedi per esempio Lomborg, 2007); l'enormità di dati oggettivi impiegati per la realizzazione degli scenari sulle conseguenze legate ai cambiamenti climatici, però, rendono tali scenari sempre più realistici e affidabili.

La nascita e l'evoluzione del concetto di *sviluppo sostenibile*, nel senso di considerare possibile uno sviluppo civile che metta tra le sue priorità la conservazione della Terra (in termini di elementi naturali, di clima, di civiltà, di progresso...), sono conquiste recenti; il loro divenire è caratterizzato da eventi significativi la cui interpretazione aiuta a comprendere la portata delle "rivo-

luzioni”, in atto e paventate, nei diversi settori delle attività umane, tra cui, per la rilevante incidenza, spicca quello delle costruzioni. Sorvolando sugli avvenimenti principali della breve storia moderna della sostenibilità, è sufficiente fare riferimento all’ultimo evento cronologico importante, l’accettazione dell’Atto di Parigi durante la COP21 del 2015. Esso è certamente l’evento più significativo dopo la conferenza di Kyoto. Durante le due settimane di lavoro svolto dalle delegazioni di tutti i Paesi appartenenti all’UNFCCC si è raggiunto il risultato storico dell’Atto di Parigi (*Paris Agreement*), un patto climatico globale e condiviso, realizzato a partire dai documenti forniti dai 196 Paesi membri. Per mettere tutti d’accordo, però, il *Paris Agreement* ha dovuto accettare alcune concessioni, come per esempio la responsabilità differenziata degli Stati. L’obiettivo inderogabile è quello di mantenere l’aumento della temperatura «ben al di sotto dei 2 °C», con la raccomandazione a fare di più (per uno scenario sotto 1,5 °C) e con il vincolo di una revisione formale ogni 5 anni. L’entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, prima, e l’Atto di Parigi, dopo, hanno aperto due distinte linee di azione: da una parte si è continuato a lavorare per raggiungere i risultati fissati e si sono progettate nuove forme di sviluppo planetario a partire dal 2012, che sono ancora in atto; dall’altra si sono gestite, a livello europeo, nazionale e locale, le conseguenze direttamente collegate agli esiti pratici degli Accordi sui cambiamenti climatici. Nel contesto internazionale va ricordato che le Conferenze delle Parti sono continuate e che ogni nuovo appuntamento ha aggiunto qualcosa ai risultati ottenuti nella COP-21. Dal punto di vista del monitoraggio i dati disponibili su cambiamenti climatici e uso delle risorse naturali sono notevolmente aumentati, grazie alle registrazioni effettuate dalle diverse agenzie internazionali fra cui, in particolare, l’IEA (*International Energy Agency*) e l’IPCC (*The Intergovernmental Panel on Climate Change*). Tali dati mostrano ulteriori cambiamenti, in positivo e in negativo, certamente condizionati dalla crisi economica globale iniziata nel 2007 e che non in tutti i Paesi occidentali può essere considerata conclusa. Da una parte si assiste a una parziale riduzione di emissioni di CO₂, dall’altra si tracciano previsioni assai negative stante la mancanza di efficaci provvedimenti (fig. 5). Il raggiungimento di risultati positivi tali da ricreare buone condizioni ambientali implica forti investimenti in diversi settori, tra cui per importanza, emerge ancora il settore delle costruzioni.

La codifica di quelle che possono essere definite “scelte progettuali sostenibili” può essere formulata applicando il principio che una fabbrica deve adottare gli obiettivi di sviluppo sostenibile aggiornandoli progressivamente in base a quanto stabilito dalle Conferenze delle Parti (COP-UN). Tali obiettivi vengono ormai universalmente distinti in ambientali, economici e sociali. Per il contesto in cui si

vuole proporre tali obiettivi ciò che segue rappresenta un quadro riassuntivo delle tre categorie di obiettivi, riscontrabili nei 17 Obiettivi globali sostenibili proposti dalle Nazioni Unite (*The Sustainable Development Goals*) tradotti per il settore delle costruzioni. Uno studio recente ha indagato nel dettaglio l'origine dei tre attributi della sostenibilità (sociale, economica e ambientale), comunemente rappresentati da tre cerchi: questo modo di indicare aspetti/obiettivi della sostenibilità, dove l'area comune di tre rappresenta la sostenibilità complessiva, è diventata onnipresente. In un'ottica di identificazione della genesi e delle basi teoriche di questa concezione, l'articolo passa in rassegna e discute la letteratura storica sulla sostenibilità. Da ciò si evince che non esiste un unico punto di origine di questa concezione, da una parte si è riscontrata una graduale emersione dal mondo accademico economico per evidenziare che gli obiettivi sostenibili, sociali e ambientali, non esisterebbero senza il corretto supporto economico; dall'altra si ritrova l'opinione delle Nazioni Unite per le quali gli aspetti sociali e ambientali sono intrinsecamente presenti nella concezione della crescita economica moderna (*The Sustainable Development Goals*). In particolare, il popolare diagramma a tre cerchi sembra essere stato presentato per la prima volta da Barbier, dove lo sviluppo economico sostenibile è l'intersezione, dei tre obiettivi, sociale, economico e ambientale.

Qui di seguito viene condivisa una possibile "traduzione" nel settore delle costruzioni-infrastrutture di tali obiettivi impiegando un approccio deduttivo, dal generale al particolare:

Obiettivi ambientali:

- uso razionale e consapevole del territorio;
- progettazione subordinata alle condizioni ambientali locali;
- uso di materie prime rigenerabili, locali e riciclabili;
- riduzione globale dell'uso dell'energia in fase di gestione della costruzione;
- riduzione delle energie non rinnovabili a favore di quelle rinnovabili;
- riduzione delle emissioni dannose (fumi, gas, acque di scarico, rifiuti...);
- ...

Obiettivi economici:

- promuovere progetti e realizzazione per una crescita economica inclusiva e sostenibile;
- proporre soluzioni economicamente sostenibili, ma efficaci e durature;
- verificare il vantaggio economico tra le diverse soluzioni proposte, sino alla verifica tra riqualificazione dell'esistente o la demolizione/ricostruzione;
- favorire l'ingresso nel lavoro di professionisti capaci, preferibilmente giovani;
- ...

Obiettivi sociali:

- ottenimento del benessere (comfort) abitativo, distinguibile in:
- benessere termico;
- benessere igrometrico;
- benessere acustico;
- benessere visivo;
- benessere olfattivo;
- benessere psicologico;
- ...

Il benessere (comfort) è definibile come “sensazione di benessere fisico e mentale” o come “condizione in cui un individuo esprime soddisfazione nei confronti dell’ambiente che lo circonda”. Il metodo più usato e naturale per analizzare il benessere abitativo è quello di considerare i principali sensi dell’uomo (sensori di calore e umidità, occhi, orecchie, naso e, in senso lato, mente) cercando di individuare i fattori fisici che possono determinare la condizione di benessere in relazione a tali sensi. Si tratta di definire delle quantità ottimali e, attraverso dei bilanci tra perdite e guadagni, cercare di raggiungere tali valori considerati di benessere. Valutazioni di questo tipo sono molto complesse, per il numero di variabili presenti. In ogni tipo di valutazione di benessere certo è necessario differenziare i bilanci in funzione delle zone climatiche e della stagione solare. Negli studi di base si distinguono almeno quelli denominati regime invernale e regime estivo. Da un punto di vista qualitativo il regime invernale coincide con il periodo dell’anno in cui statisticamente la temperatura esterna è uguale o inferiore a un valore di riferimento (in Italia 12 °C); mentre il regime estivo rappresenta il periodo dell’anno in cui la temperatura esterna supera di qualche grado (per esempio 5 °C) la temperatura interna di riferimento (in Italia 20 °C). Esistono poi i periodi intermedi in cui la temperatura esterna di riferimento è superiore ai 12 °C, ma inferiore ai 25 °C. Nella progettazione sostenibile il raggiungimento del benessere abitativo è considerato uno degli scopi principali.

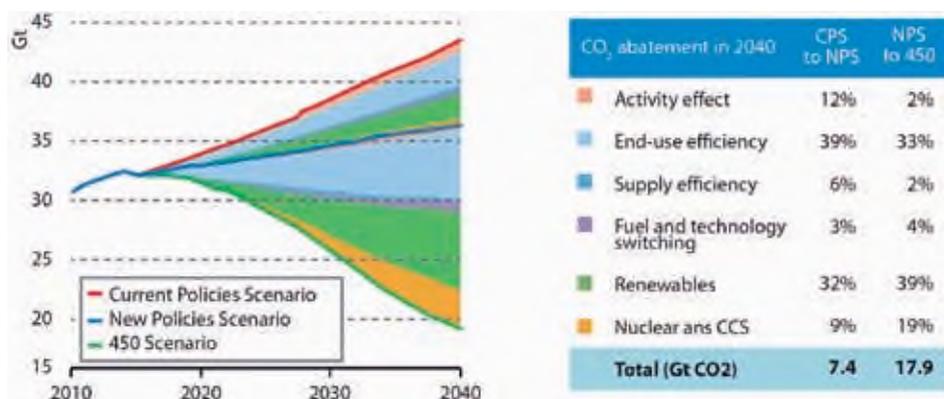
Il raggiungimento degli obiettivi indicati si possono tradurre in caratteristiche/scelte progettuali, suddivisibili in tre livelli, sostanzialmente corrispondenti alla scalarità delle fasi progettuali: caratteristiche/scelte ambientali, caratteristiche/scelte tipologiche e caratteristiche/scelte di dettaglio. Questo approccio graduale dalla dimensione ambientale delle scelte progettuali a quella della scelta puntuale di materiali ed elementi costruttivi in base ai principi della progettazione sostenibile ha dato vita a specifici “modi” di progettare nella contemporaneità. A titolo di esempio si citano l’architettura sostenibile e l’architettura bioclimatica.

La stessa metodologia è scalabile dal caso del singolo manufatto sino alla progettazione di un'intera città o, in teoria, di un'intera nuova regione, come per esempio nel caso del contemporaneo progetto dello sviluppo sostenibile di intere regioni africane. A parte le due prime categorie d'intervento, per il resto è evidente che nella normalità si ha a che fare con situazioni complesse in cui la caratteristica più stimolante e impegnativa è la commistione di edifici esistenti di diverse epoche di costruzione, nuove realizzazioni, variegate funzioni e servizi, ecc. La complessità aumenta ancora se si vuole tentare di declinare l'idea di progettazione sostenibile nel contesto della rigenerazione urbana di un nucleo storico. Anche in questo caso, però, la proposta è fattibile se si mantiene il principio semplice, ma imprescindibile, di raggiungere gli obiettivi della sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Se si parte da tale principio ciò che cambierà saranno le specifiche soluzioni, ma non "le regole e gli effetti".

La metodologia, dunque, è il punto di partenza per un progetto che abbia tra i suoi obiettivi quelli dello sviluppo sostenibile. In particolare, un progetto può essere sviluppato nelle consuete due fasi, inserendo analisi, scelte e modalità che permettano di accumulare le informazioni necessarie per eseguire poi le scelte progettuali compatibili con gli obiettivi di sostenibilità:

- Lo stato di fatto
Le analisi ambientali e urbanistiche vengono condotte sull'intera area d'intervento. In particolare:
Analisi ambientali: caratteristiche climatiche, morfologiche e di peculiarità del sito.
Analisi urbanistiche: considerazioni generali (contesto, strategicità, zonizzazione, vincoli, punti d'interesse, ecc.) e standard urbanistici (viabilità, flussi, verde urbano, vuoti urbani, rifiuti, demografia, ecc.).
Analisi tipologiche e di dettaglio: proprietà degli immobili, destinazioni d'uso, epoca di realizzazione delle costruzioni e delle infrastrutture, stato di manutenzione, caratteristiche costruttive, caratteristiche degli abitanti, interviste agli abitanti.
Considerazioni finali dello stato di fatto: l'insieme delle analisi compiute permettono di evidenziare i punti su cui dirigere le azioni di riqualificazione-rigenerazione-progettazione e di mettere in luce le problematiche da affrontare con azioni coordinate e con tempi di realizzazione realistici.
- Lo stato di progetto
A partire da quanto dedotto dall'analisi dello stato di fatto la fase progettuale si differenzia in modo sostanziale a seconda della tipologia d'intervento e delle sue dimensioni fisiche ed economiche, tenendo conto degli impatti ambientali e sociali imprescindibili.

Fig. 5. Abbattimento delle emissioni di CO2 nel mondo e previsioni future mediante la sintesi di due Scenari: Reference Scenario (Scenario di Riferimento), mantenendo le regole di sviluppo attuali; 450 Scenario (Scenario 450), ipotizzando l'adozione di regole in grado ridurre la concentrazione di gas serra nella nostra atmosfera a 450 parti per milione (ppm) entro il 2040¹ (AA.VV., World energy outlook, ©OECD-IEA, 2016).



Noi cosa possiamo fare?

A questo punto si vuole “trasformare” lo stato di progetto in una domanda rivolta al mondo accademico la cui risposta deve essere letta semplicemente come un’occasione per avere una panoramica di cosa sta facendo il gruppo BuildTech del settore Architettura Tecnica presso l’Università di Genova, Dipartimento Architettura e Design, il cui padre culturale è il prof. Enrico Dassori.

La domanda è: noi, come accademici cosa possiamo fare? Tali poche parole racchiudono l’idea di responsabilità che ha il mondo accademico in due principali ambiti, alta formazione e ricerca scientifica. Le occasioni per dare un proprio contributo sono molteplici, infatti a partire degli insegnamenti dei corsi universitari si possono distinguere diversi ambiti di azione culturale teorica e applicativa.

- Insegnamenti nei corsi di studio universitari triennali e magistrali: da anni il gruppo BuildTech ha sviluppato e proposto all’interno degli insegnamenti previsti per gli allievi dei corsi di Ingegneria edile-architettura, Ingegneria civile-strutturale e in Architettura, programmi di insegnamento e laboratori

¹ Nelle voci di riferimento del diagramma il termine CCS significa: *Carbon Capture and Storage*, or *Sequestration* (Cattura e Sequestro del Carbonio) che indica una recente tecnologia per il confinamento geologico dell’anidride carbonica (CO₂) prodotta da grandi impianti di combustione.

applicativi su temi legati alla progettazione, riqualificazione e rigenerazione sostenibile, come sviluppo a valle degli insegnamenti fondamentali di Architettura Tecnica; in cui i diversi aspetti dell'innovazione e della sostenibilità sono trattati nelle lezioni frontali e applicati nei laboratori di insegnamento. Questo ha permesso di affrontare con gli studenti temi attuali e sperimentare l'applicazione di quanto discusso a lezione su progetti reali in collaborazione con le Amministrazioni Pubbliche di Genova e di Comuni liguri. Qualche esempio.

- Insegnamento: Progettazione sostenibile per l'architettura, Corso magistrale di Ingegneria edile-architettura, temi affrontati negli anni. Progettazione di complessi edilizi residenziali, scolastici, alberghieri collocati sul territorio italiano in zone climatiche differenti, impostando il progetto in ambiente digitale – BIM, come “variante” di un progetto definitivo/esecutivo che abbia come finalità l'ottimizzazione delle prestazioni di sostenibilità ambientale e sociale con particolare attenzione per le prestazioni energetiche.
- Insegnamento: Architettura e Ambiente, Corso magistrale di Ingegneria edile-architettura, temi affrontati negli anni utilizzando come “strumento” l'ambiente digitale – BIM, qualche esempio:
 - riqualificazione sostenibile di un quartiere popolare di Genova, “Le Dighe di Begato” e “le Lavatrici di Pegli”. Il secondo caso è diventato il progetto pilota di un finanziamento europeo, R2CITIES, svolto nel periodo 2013-2017;
 - riqualificazione sostenibile dei complessi scolastici di Genova. I progetti sviluppati sono stati impiegati dal Comune di Genova per bandire la gara sulle diagnosi energetiche delle scuole di Genova;
 - rigenerazione di un sito militare urbano, zona Gavoglio. I progetti sviluppati in collaborazione degli studenti del Corso magistrale di Architettura, sono stati inseriti nel progetto europeo finanziato, UrbanLab, svolto nel periodo 2015-2018;
 - rigenerazione urbana di un quartiere del centro storico di Genova, Prè-Visoni. Il lavoro svolto è stato inserito in un progetto europeo finanziato, HUB-IN, per il periodo 2020-2023 (fig. 6);
 - rigenerazione urbana di un quartiere del centro storico di Genova, Madalena: Progetti Diffusi. Il lavoro svolto è stato inserito in un rapporto finale frutto di una borsa di studio finanziata dal Comune di Genova.
- Insegnamento: “Digitalizzazione del progetto sostenibile”, Corso magistrale di Ingegneria strutturale, temi affrontati negli anni, uso del BIM per lo sviluppo di un progetto di efficienza energetica di complessi edilizi residenziali collocati sul territorio italiano in zone climatiche differenti.

Fig. 6. Insegnamenti nei corsi universitari: esempio di un elaborato finale del laboratorio dell'insegnamento *Progettazione Sostenibile per l'Architettura* – a.a. 2018-'19 – *Progetto Diffuso* (il lavoro è stato inserito in un rapporto finale frutto di una borsa di studio finanziata dal Comune di Genova).



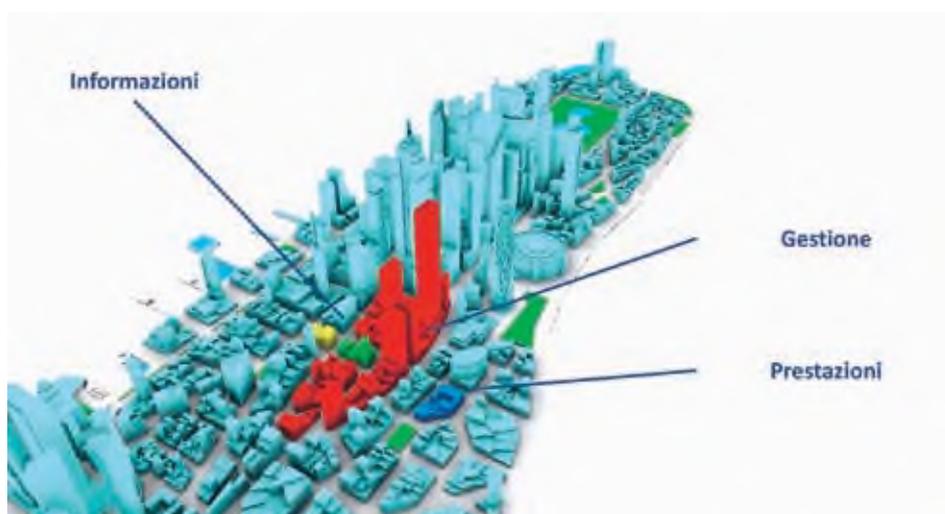
- Tesi di laurea quinquennale e magistrale: i temi proposti e sviluppati negli anni hanno avuto come finalità principale quella di permettere ai futuri ingegneri di fare esperienza su temi attuali, utili e inseriti negli ambiti di ricerca applicata in cui potevamo avere maggiore competenza. In base a tali presupposti nel periodo 2012-2019 il gruppo BuildTech ha seguito più di 90 tesi di laurea sui seguenti temi di ricerca applicata, in cui l'“infrastruttura” digitale-BIM, gli aspetti innovativi del processo costruttivo e/o le esperienze all'estero sono stati sempre presenti:
 - progettazione sostenibile;
 - riqualificazione sostenibile;
 - rigenerazione urbana;
 - Smart Villages (fig. 7);
 - ottimizzazione progettuale;
 - materiali innovativi per le costruzioni;
 - resilienza nel settore delle costruzioni ai cambiamenti climatici, problema dell'innalzamento del livello dei mari;
 - costruzioni modulari, disassemblabili, rigenerabili, riciclabili.

Fig. 7. Tesi di laurea: esempio di elaborati finali di tesi magistrale sul tema “Smart Villages” (il lavoro sarà inserito in due proposte di finanziamento europeo nel 2020, H2020).



- Insegnamenti post-laurea, come corsi di master e dottorato: dal 2015 il gruppo BuildTech ha collaborato con enti pubblici e privati del settore delle costruzioni per progettare master post-laurea incentrati su due applicazioni della digitalizzazione: il processo edilizio per la riqualificazione sostenibile, la gestione dell'intero processo dalla progettazione sino alla fase di demolizione. Qualche esempio:
 - Master universitario di II Livello, Progettista edile esperto in efficienza energetica e sostenibilità per il *building* (a.a.2014-2015, finanziato dalla Regione Liguria e dall'Università di Genova);
 - Master universitario di II Livello, Il *Building Information Modeling* (BIM) per l'approccio smart al processo edilizio (a.a.2018-2019, finanziato dalla Regione Liguria e dall'Università di Genova) (fig. 8);
 - Master universitario di II Livello, "Il *Building Information Modeling* (BIM) per la digitalizzazione del processo edilizio" (nuova proposta progettuale rivolta agli enti pubblici).
- Seminari accademici e divulgativi: le attività di divulgazioni sui temi sopra discussi sono stati argomenti di numerosi seminari a livello locale, nazionale e internazionale (vedi riferimenti bibliografici).

Fig. 8. Master Universitario di II livello Il Building information modelling (BIM) per l'approccio smart al processo edilizio (il progetto di master ha ottenuto il finanziamento da parte della Regione Liguria, dell'Università di Genova e dell'Unione Europea; ha permesso inoltre la collaborazione tra ANCE, Scuola Edile Genovese e Realtà Esterne del Settore delle Costruzioni.



- Attività di ricerca teorica e applicativa mediante contratti di ricerca e dottorati di ricerca (figg. 9, 10): gli stessi temi di ricerca sopra indicati per le tesi di laurea magistrale sono anche argomento di progetti di ricerca nell'ambito di contratti di ricerca con altre università, centri di ricerca e realtà aziendali che hanno permesso di sviluppare con maggiore approfondimento i temi d'interesse. Alcuni esempi:
 - University of Copenhagen sul tema dell'ottimizzazione progettuale e la digitalizzazione del processo (progetto di dottorato *Optimization for Sustainable Design through Building Information Modeling*, candidato Clara Vite, tutor Renata Morbiducci, XXXII ciclo del Dottorato Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova);
 - Istituto Italiani di Tecnologia (IIT) sul tema dei materiali innovativi per le costruzioni (progetto di dottorato di ricerca "I materiali innovativi per le costruzioni: sperimentazioni e sviluppi applicativi", candidato Salvatore

Fig. 9. Dottorato di ricerca, esempio di elaborato finale di tesi *Optimization for Sustainable Design through Building Information Modeling*, candidato Clara Vite, XXXII ciclo del Dottorato Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova.

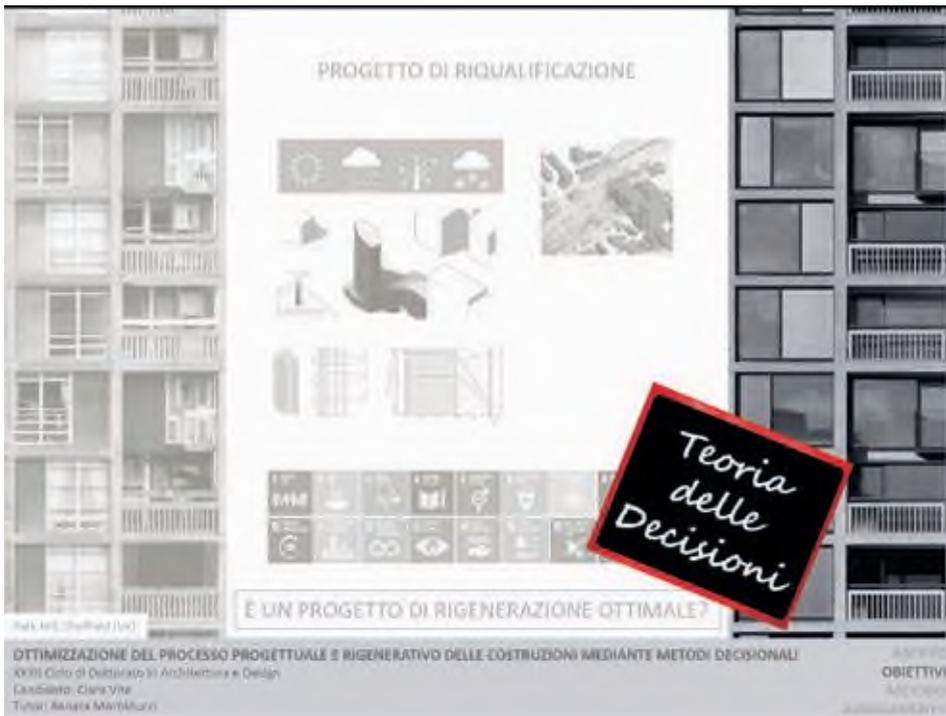


Fig. 10. Dottorato di ricerca, esempio di progetto di ricerca I materiali innovativi per le costruzioni: sperimentazioni e sviluppi applicativi, candidato Salvatore Polverino, XXXIII ciclo del Dottorato Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova.

TEMA DELLA RICERCA

I MATERIALI INNOVATIVI

Fin dall'inizio degli anni '90 il settore dell'edilizia è stato tra i primi a essere considerato possibile campo fertile per l'applicazione dei **materiali innovativi**, nel successivo ventennio esso ha registrato uno sviluppo in verità molto lento di tali tematiche che di fatto sono rimaste allo stato embrionale.

L'interesse per questa categoria di materiali, fin dalla seconda metà del XX secolo ha trovato terreno fertile nei settori più avanzati (**biomedicina, aerospaziale, elettronica**, etc.).

Materiali e soluzioni innovative sono una delle "risorse" potenziali per trovare risposte alle sempre più crescenti richieste di **adeguamento + sostenibilità** ai cambiamenti climatici nel nostro Paese.



MATERIALI INNOVATIVI PER LE COSTRUZIONI: SPERIMENTAZIONI E SVILUPPI APPLICATIVI
Dottorato di ricerca in Architettura e Design - XXXIII ciclo
Dottorando: Salvatore Polverino
Tutor: Prof.ssa arch. Renata Morbiducci

- Polverino, tutor Renata Morbiducci, XXXIII ciclo del Dottorato Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova);
- NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (NO), proposta di un progetto europeo finanziamento in H2020 sugli Smart Villages
 - Fiscatech spa, contratto di ricerca sui materiali Tessuti Non Tessuti - TNT nel settore delle costruzioni.
 - Creazione di *start up* innovative come trasferimento dal mondo accademico alla pratica operativa/lavorativa per giovani professionisti del futuro.

Bibliografia

AA.VV., *Treccani Enciclopedia*, <http://www.treccani.it/enciclopedia/innovazione> (consultato: 15/12/2019).

- AA.VV., *The Limits to Growth*, Abstract established by E. Pestel, A Report to The Club of Rome, 1972.
- AA.VV., *Sustainable building technical manual*, Publictechnology Inc., USA 1996.
- AA.VV., *Disappearing Architecture. From Real to Virtual to Quantum*, Georg Flachbart-Peter Weibel-Birkhauser, Basel 2005.
- AA.VV., *World energy outlook*, ©OECD/IEA, 2009.
- AA.VV., *World energy outlook*, ©OECD/IEA, 2016.
- AA.VV., *World energy outlook*, ©OECD/IEA, 2018.
- AA.VV., *Energy, Environment, and Sustainability Series*, Springer, 2019.
- AA.VV. *The European environment. State and outlook 2020: Knowledge for transition to a sustainable Europe*, European Environment Agency, Luxembourg 2019.
- Atanasoff J.V., *Computing Machine for the Solution of large Systems of Linear Algebraic Equations*, in Randell B. (a cura di), *The Origins of Digital Computers. Texts and Monographs*, in «Computer Science», 1982.
- Banham R., *The architecture of the well-tempered environment*, The Architectural Press, London 1969.
- Barbier E.B., *The concept of sustainable economic development*, in «Environmental Conservation», n. 14, 1987, pp. 101-110.
- Bateson G., *Step to an ecology of mind*, Jason Aronson Inc., San Francisco 1987.
- Beggs C., *Energy: Management, Supply and Conservation*, BH Elsevier, Oxford 2009.
- Berge B., *The Ecology of Building Materials*, The Architectural Press, London 2001.
- Bonini V., Galelli P., Minetto A., Morbiducci R., Delponte I., *Tomorrow is reloading*, GUP, Genova 2020 (in corso di pubblicazione).
- Bori D., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Esselibri, Napoli 2006.
- Brundtland G.H. (a cura di), *Our common future, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.
- Butera F.M., *Dalla caverna alla casa ecologica*, Ambiente, Milano 2007.
- Caradonna J.L., *Sustainability: an history*, Oxford University Press, Oxford 2014.
- Castells M., *The Rise of Network Society*, Blackwell, Cambridge 1996.
- Craveiro F., Duarte J.M.P., Bartolo H., Bartolo P.J., *Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0.*, in «Automation in construction», n. 103, 2019, pp. 251-267.
- CTI Liguria, *La città digitale. Sistema nervoso della smart city*, Franco Angeli, Milano 2014.
- Dall'O G., *Green Energy Audit of Buildings*, Springer, 2013.
- Forcolini G., *Lighting*, Hoepli, Milano 2004.
- Gallo P. (a cura di), *Progettazione sostenibile*, Alinea, Firenze 2005.
- Galloway T., *Solar House: A Guide for the Solar Designer*, The Architectural Press-Elsevier, Oxford 2004.
- Gut P., Ackerknecht D., *Climate responsive building*, SKAT, Switzerland 1993.
- Kibert C.J., *Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery*, John Wiley & Sons, 2016.
- Koolhaas R., *My thoughts on the smart city*, in «High Level Group meeting on Smart Cities», 24 settembre 2014, http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014/kroes/en/content/my-thoughts-smart-city-rem-koolhaas.html (Consultato: 26/04/2019).

- Lavagna M., *Sostenibilità e risparmio energetico*, CLUP, Milano 2005.
- Lomborg B., *Cool It. The Skeptical Environmentalist's Guide to Global Warming*, Knopf, 2007.
- Mattioli V., *Il ritorno del futuro*, in «PRISMO», 5 ottobre 2015, <http://www.prismomag.com/futuro-antropocene-postcapitalismo/> (Last consultation: 26/04/2019).
- Morbiducci R., Vite C., *La riqualificazione sostenibile. Processi di ottimizzazione*, GUP, Genova 2017.
- Negroponte N., *Essere digitali*, Sperling & Kupfer, Milano 1995.
- Neri P. (a cura di), *Verso la valutazione ambientale degli edifici*, Alinea, Firenze 2007.
- Olgay V., *Design with climate*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 1963.
- Phillips D., *Daylighting. Natural Light in Architecture*, The Architectural Press, London, 2004.
- Purvis B. et al., *Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins*, in «Sustainability Science», n. 14, 2018, pp. 681-695, [https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5\(012345678\)](https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5(012345678)).
- Ratti C., Claudel M., *La città di domani*, Einaudi, Torino 2007.
- Roaf S. et al., *Ecohouse: a design guide*, The Architectural Press, London 2001.
- Rosa H., *Accelerazione e alienazione. Per una teoria critica nella tarda modernità*, Einaudi, Torino 2010.
- Sassen S., *Building smart cities*, in «Ted Talk», 2013, <https://www.youtube.com/watch?v=vHuX79h-gtCY> (consultato: 26/04/2019).
- Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, 2017.
- Sennet R., *The stupefying smart city*, LSE Cities, London 2012.
- Smith P.F., *Architecture in a Climate of Change*, The Architectural Press-Elsevier, Oxford 2005.
- Sorrentino R., *Come sta l'economia globale a dieci anni dalla Grande recessione*, in «Il Sole 24 Ore», 12/09/2018.
- Stang A., Hawthorne C., *The green house. New directions in sustainable architecture*, Princeton Architectural Press, Princeton (NY) 2005.
- Szokolay S.V., *Introduzione alla progettazione sostenibile*, Hoepli, Milano 2006.
- UN - *Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development. Resolution adopted by the general assembly on 25*, United Nations, New York, September 2015.
- Wienke U., *L'edificio passivo*, Alinea, Firenze 2002.
- Woolley T. et al., *Green Buiding Handbook*, voll.1-2, Spon Press, (NY) 2001.
- <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future> (consultato: 07/01/2020).
- <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/> (consultato: 07/01/2020)
- <https://www.ideatovalue.com/inno/nickskillicorn/2016/03/innovation-15-experts-share-innovation-definition/> (consultato: 10/11/2019).

Insegnare e progettare l'architettura*

Si è sempre un po' in difficoltà a parlare di se stessi (progetti, libri, ricerche) soprattutto dopo i lusinghieri interventi che hanno presentato il libro.

Grazie a tutte le persone convenute, agli organizzatori, ai relatori, ai dottorandi e agli studenti.

Un particolare ringraziamento è per Enrico Sicignano, autorevole professore di quest'Università e fraterno amico, al quale devo anche l'ospitalità.

Dopo questo libro ne ho scritti altri due e uno è quasi in corso di stampa.

Uno riguarda la didattica (*La Città della Scienza*), un altro è una raccolta di alcuni articoli redatti negli ultimi quindici anni (*Scritti di Architettura*). L'ultimo che sta per uscire s'intitola *Idee teorie e ricerche nella progettazione architettonica*.

In occasione di questa presentazione non posso non mettere in rilievo il mio lavoro appassionato di architetto che vuole indagare la disciplina attraverso la scrittura e il progetto.

Ne ho scritti davvero molti, oltre quaranta e la domanda sorge spontanea, ma perché scrivere un libro?

Ho sempre creduto che un libro sia un po' come un amico. Si diventa amici tra gli uomini per diversi motivi. Forse per una spontanea empatia, forse per un vedersi obbligato, come a scuola, altre volte per la condivisione d'idee e passioni, di solito si diventa amici dopo un po' di tempo in relazione alla frequentazione.

Analogamente ci sono dei libri che si considerano compagni di vita, addirittura non si finisce mai di leggerli per l'ultima volta; più si leggono e più si entra in sintonia e man mano la conoscenza diventa più profonda.

* UNISA - DIPARTIMENTO INGEGNERIA CIVILE - DOTTORATO DI RICERCA. *Lectio magistralis del 19 marzo 2018*. Presentazione del libro.

Così un libro può diventare indispensabile alla vita di un uomo si può e cercarlo quando si ha bisogno di aiuto, come si fa con un vero amico. Alcuni di questi svelano segreti solo se si leggono più volte e l'autore, anche se di altra epoca, sembra quasi di conoscerlo, qualche volta se ne cerca addirittura un dialogo.

Ricordo per il mio primo libro lo sprone di Paolo Portoghesi che mi sollecitava a non trascurare nulla perché un libro «è consegnato alla storia».

Ho avuto un privilegio, per me il più grande possibile, come mi hanno detto i maestri che ho frequentato e cioè *d'insegnare per costruire e costruire per insegnare*. Questa sorta di dicotomia si manifesta attraverso lo straordinario mestiere dell'architetto e del docente.

Un libro si scrive, ma non solo, quando si vuole riassumere lo stato dell'arte del proprio sapere e del proprio pensiero che poi è riversato nelle proprie sperimentazioni. È un modo di indagare e approfondire un argomento.

In particolare, il titolo di questo libro racchiude un po' quello che è stata la mia vita per l'architettura.

Scrivere di architettura è più bello che parlarne perché dà modo di riflettere con tempi più giusti, si ascoltano virtualmente gli altri e s'influisce su se stessi.

In genere, preferisco ascoltare che parlare perché sono mosso da una grandissima curiosità; però in questo modo sembra che si voglia solo prendere senza mai dare, per questo nello scrivere un libro cerco di ridare quello che ho appreso dagli altri, è un modo forse per ricambiare l'aver preferito ascoltare.

Prima di entrare nello specifico vorrei aggiungere due note personali.

La prima riguarda la mia esperienza di architetto, durante la quale ho avuto la fortuna di progettare tante volte insieme a Paolo Portoghesi e almeno una volta con altri maestri, partendo da Ignazio Gardella, fino a Franco Purini, passando per Sandro Anselmi. Ho avuto modo di approfondire le loro metodologie e osservare la loro passione, la loro ricerca.

Gardella lo ricorderò sempre per volere arrivare a una architettura partecipata e democratica, se posso usare questo termine, che terminava con la gestualità dei primi schizzi.

Fondamentale è stato anche il fatto di aver scritto diverse monografie su architetti dalle differenti personalità che mi hanno fatto entrare dentro l'architettura: Aymonino, Chiarini, Makovecz, Pagliara e soprattutto come tutti saprete Paolo Portoghesi.

Scrivere una monografia su un architetto vivente significa istituire un dialogo, confrontarsi sulla direzione che deve prendere il libro, sulla scelta dei progetti da mettere nel libro.

Vengono ascoltati racconti ed esperienze del loro modo di vedere l'architettura, ma anche la vita, gli aspetti ideologici e sociali. Si studiano le opere non

solo per gli aspetti compositivi che le riguardano ma la visione generale, dalla prima idea fissata nei primi schizzi, fino alla conclusione dell'iter progettuale e della costruzione. Poi le speranze riposte per la riuscita del libro con le severe autocritiche fatte dai maestri, per le occasioni perdute, ma anche le enormi soddisfazioni intraviste nei loro sguardi nello sfogliare avanti e indietro le pagine del libro. Dai loro commenti si ripensava alla loro storia e ai momenti dimenticati. Naturalmente il dialogo con il maestro varia molto dal suo carattere e dalla sua personalità. La monografia, infatti, è un libro davvero particolare. Personalmente hanno aiutato a capire che quando si progetta non bisogna partire dalla tabula rasa ma occorre ascoltare i luoghi e "sentire" i propri maestri.

La seconda osservazione dipende dalla prima.

È la motivazione per cui, quando si progetta, si scelgono certi riferimenti e non altri. La storia, come i maestri, è disciplina cara a ogni architetto, insegna a conoscere e a dare un giudizio sull'opera architettonica, mentre la composizione insegna a fare delle scelte, perché progettare significa scegliere. Scegliersi dei riferimenti è già un aspetto indispensabile che l'architetto non deve trascurare. Nella scelta dei maestri esiste un atto progettuale. Tutto ciò per capire le ispirazioni e le idee che sono alla base dei progetti e quello che rappresentano per l'autore.

Spiegherò ora la struttura del libro per esser più chiaro.

1. Il libro si basa su una ricerca di ventitré temi.
2. Ogni tema ha un'opera di riferimento, una frase di poeti, scrittori, architetti ecc. e una bibliografia con 5 testi "classici" sull'argomento considerati da me i più importanti.
3. I progetti scelti hanno un'affinità con i ventitré temi.
4. Non hanno invece una corrispondenza stretta con le grandi opere, sono però in consonanza per una sorta di proprietà transitiva.
5. I lavori degli studenti sono ordinati cronologicamente, ma non tutti sono incasellati secondo i temi.
6. Il significato di tutto questo è quello di voler dimostrare che l'architettura, nel mio modo di pensarla, è una disciplina complessa che ha sue leggi autonome, indissolubilmente legate ad altri aspetti eteronomi che riguardano ad esempio la musica, l'arte, la natura, la scienza, i frattali e il loro dialogo. Da questo intrecciare i fili, nascono la ricerca e le mie architetture.

Un metodo valido da sperimentare nella professione e nella didattica.

La ricerca è alla base di ogni attività intellettuale e non solo e, nel caso dell'architettura, è davvero fondamentale. La ricerca e il progetto sono i criteri che hanno ispirato questa pubblicazione, ne cito alcune righe.

Le ragioni di questo libro, che raccoglie una serie di esperienze avute con l'architettura nel corso degli ultimi anni, sono racchiuse principalmente nel suo titolo, *Insegnare e progettare l'architettura*, e dal fatto che il libro segue la mostra dello scorso Ottobre, tenuta all'Aranciera di Roma, avente come contenuti i medesimi temi. Non secondarie sono poi le motivazioni relative ai significati dei termini indicati nel sottotitolo, ricerca, didattica e sperimentazione, che appartengono a una personale visione di fare architettura e di insegnarla [...]. Le ragioni del libro riguardano il mondo accademico e quello professionale. L'insegnamento dell'architettura, almeno nella progettazione, deve far tesoro dell'esperienza del cantiere per portare agli allievi non solo quella memoria, ma anche una comprensione globale del fare architettura. Lo sporcarsi le mani con l'esercizio del mestiere consente un aggiornamento continuo a chi insegna e migliorativo nel rapporto docente/discente. Insegnamento e professione sono due facce della stessa medaglia: l'una che completa l'altra, mancandone una sembrerà mancare l'altra. Valéry lo afferma spiegando che *"L'atto più completo è quello del costruire"* e che *"Nell'eseguire nulla è trascurabile"*, due frasi che amo spesso citare perché racchiudono l'essenza e il significato del progettare e che lo lega direttamente al mestiere.

Ecco alcuni argomenti del libro.

L'IDEA

L'idea è alla base di ogni progetto. Gli architetti, come ha scritto anche Wim Wenders, sono creatori di edifici e devono seguire la costruzione dai primi schizzi preparatori fino alla consegna alla committenza. Trattandosi di un'attività complessa l'ideazione ha bisogno di vari passaggi per trasformarsi in realtà. Bisogna imparare a pensare e osservare cosa c'è nel mondo. Goethe affermava che se l'orecchio è muto e la bocca sorda, l'occhio sente e parla.

IL LUOGO

La storia dei luoghi e quella dell'uomo hanno molta parte in comune. I luoghi, a volte, dipendono dalla stessa opera dell'uomo che li ha creati attraverso la loro trasformazione.

Come per gli uomini un luogo ha bisogno di essere riconoscibile, identificabile, deve avere un nome. L'uomo collabora da sempre con la terra, con i luoghi. Fondamentali sono a questo proposito alcuni scritti di Marguerite Yourcenar rintracciabili nel suo *Memorie di Adriano*.

LA CITTÀ

Per capire una città occorre "prenderne" le chiavi, non rimanere legati alla prima impressione perché la città è come un testo con i suoi capitoli. La città si compone

di piazze, strade, edifici, ossia di tessuto, abitazioni e monumenti e poi di uomini con le loro vite, ricordi, vicende, anche di quelli che ormai appartengono al passato.

La città per essere capita deve essere “sfogliata” per risalirne alla genesi, alla struttura alla crescita, allo sviluppo.

LA PIAZZA

La piazza è un elemento del tessuto urbano che segna, di solito, un punto di sosta, di respiro, ma anche d’arrivo. La cultura moderna ha trascurato il valore della piazza, al suo posto ha realizzato gli slarghi, spazi senza testa e né coda, senza anima.

La recente cultura architettonica, invece, ha riscoperto il valore della piazza, ha capito che rappresenta un luogo, il luogo degli sguardi, come l’ha definita Paolo Portoghesi, il luogo dell’incontro e dello scambio.

LA STORIA

Esiste un legame molto stretto tra storia e composizione, ma occorre allora fare alcune riflessioni. La storia aiuta a formulare un giudizio ma il momento della scelta appartiene esclusivamente a chi è delegato a compierla, l’architetto. La storia bisogna conoscerla, architettonicamente parlando, perché è dentro di noi. *Istoria magistra vitae* scriveva Cicerone nel *De Oratore*.

LA FORMA

Anche le forme vivono dentro di noi e il già visto ne costituisce le fondamenta. Louis Kahn asseriva: «La forma non ha presenza, esiste nella mente, e di conseguenza giustifica. La forma viene prima della progettazione».

Sotto il profilo metodologico, ribalta il concetto di Sullivan, il teorico de *La forma che segue la funzione*.

TIPO E MODELLO

La Tipologia, soprattutto nel Movimento moderno e in particolare in Germania è stata fortemente legata alla funzione e di conseguenza alla risoluzione dei problemi distributivi. Memorabile la definizione di Argan ripresa da quella di Quatremère de Quincy alle quali rimandiamo.

LA DISTRIBUZIONE

Partendo da Vitruvio, passando per i teorici del Rinascimento e del Neoclassicismo, fino ai teorici del moderno e infine a Louis Kahn la distribuzione ha rappresentato un qualcosa di insostituibile per regolare i rapporti tra spazio, forma e funzione. La distribuzione è l’equivalente delle strade nella città. Il

valore di tessuto, negli spazi urbani è importante quanto quello degli edifici monumentali. A volte la distribuzione diventa la protagonista dell'edificio.

Nel Guggenheim di Wright il percorso "cala" dall'alto, accompagnato dalla variazione luminosa, diventa *promenade architecturale*.

LO SPAZIO

Lo spazio è forse il filone di ricerca per eccellenza in architettura. Occorre plasmarlo, farlo parlare, occorre cercarlo, volerlo, crearlo. Come si fa? Attraverso una ricerca paziente perché lo spazio è l'essenza dell'architettura. Spazio e ricerca sono connessi. Portoghesi a proposito della ricerca afferma che Bernini, come Picasso, poteva dire: «io non cerco, trovo»; al contrario, Borromini, che incarna la più alta essenza della ricerca spaziale, affermava: «io non riesco a trovare, ma continuo a cercare».

LA LUCE

Esistono usi diversi della luce, diretta, indiretta, riflessa, vibrata, nascosta. La ricerca sulla luce è fondamentale per progettare e per comporre un'architettura, come ricordava anche Le Corbusier, «Il gioco sapiente rigoroso e magnifico dei volumi sotto la luce».

E Louis Kahn: «L'ispirazione è la percezione dell'inizio dove si incontrano il Silenzio e la Luce: il Silenzio col suo desiderio di essere e la Luce che suscita tutte le presenze».

LA CASA

La casa, nella memoria umana, è un valore archetipo, idealmente resta legata a quel significato di bellezza e di luogo che esprime la vita delle persone. La casa rappresenta il campo d'azione principe della sperimentazione architettonica sia universitario sia professionale. Chi purtroppo divide nettamente i due ambiti è il mestiere che nella scuola è ancora sottovalutato.

LA COSTRUZIONE

La costruzione è la sintesi della complessità: dalla triade vitruviana nella sua attualità della *Firmitas, utilitas, venustas* ai frattali di Mandelbrot.

IL SIMBOLO

Il simbolo ha avuto due campi di applicazione. Gli spazi urbani e quelli architettonici.

Nella città o nella cittadella, anche di origine militare, si riferisce a espressioni artistiche, religiose e difensive e i disegni urbani sono ispirati a numeri, figure e geometrie, a principi astronomici. Il corpo umano ha esercitato un notevole

simbolismo, lo schema osteologico del cimitero di San Cataldo di Aldo Rossi è un esempio eclatante.

LA BELLEZZA

Rilke definisce la bellezza il senso di tutto l'essere.

È la *concinntas* albertiana dove non si può aggiungere o togliere nulla al corpo se non si vuole modificarne la bellezza, le proporzioni. È il numero d'oro. È la proporzione aurea presente nel corpo umano, nel mondo vegetale e animale.

Simmel scrive: «La bellezza è sempre forma di elementi che in sé le sono indifferenti ed estranei e che soltanto insieme acquistano un valore estetico».

E Valéry: «Non hai osservato, camminando nella città, come tra gli edifici che la popolano taluni siano muti e altri parlino, mentre altri ancora, che son più rari, cantano».

LA NATURA

Guardare alla natura non vuol dire copiarla, ma capirne le relazioni che possono legarla all'architettura e per fare ciò è fondamentale il saper ascoltarla, leggerla, decodificarla. In questi termini, bisogna riconoscere le identità e i caratteri delle cose che ci sono di fronte. Un albero e una casa hanno molte affinità, in termini di genere o di storia, per capirli occorre indagare, vedere quello che c'è dietro, scoprire ciò che non si vede. Tutto questo ci porta a ricercare, a non fermarsi alla prima impressione perché l'architettura, come la città, è un fenomeno complesso e l'organicità di cui parlo investe tutti e tutto. L'architettura solo in parte noi la tocchiamo e osserviamo, perché l'architettura è dentro il nostro cervello. Qualunque essere urbano ha dentro di sé migliaia d'immagini di architettura depositate nella mente e nella memoria che riscopre al momento opportuno.

In conclusione il libro si presenta come una guida utile per progettare che tiene conto di quella teoria dell'ascolto che vede la compartecipazione sinergica degli elementi autonomi ed eteronomi della disciplina e, ovviamente, attraverso indagini verbali ed incontri, l'ascolto delle persone.

Nello stesso tempo è un libro metodologico perché i ventitré temi, presi anche in modo separato, indicano una possibile strada per arrivare a guardare senza troppe incertezze quel fenomeno complesso che è il progetto di architettura. Un'ultima riflessione riguarda l'architettura come prodotto dell'uomo creato per l'uomo che ha come fine principale quello di migliorarne la vita attraverso l'abitare, la casa e la città; per imparare ad ascoltare è necessaria la ricerca, la sperimentazione, la riflessione che cominciano nelle aule universitarie e per questo ringrazio voi tutti per l'opportunità che mi avete offerto di ulteriori ragionamenti sull'architettura maturati durante questa lezione.

Fig. 1. Centro Polivalente De Andre, Canepina 1994-1996.



Fig. 2. Parcheggio Anagni, 1997-2002.



Fig. 3. Chalet del Lago, Posta Fibreno 1999-2014.



Fig. 4. Edilizia Agevolata a Roma, 2006-2011.



Fig. 5. Social Housing, Pomezia 2009-2014.



La tematizzazione del tema

1. Devo queste riflessioni al professor Enrico Sicignano – un amico che ho stimato fin da studente mentre da collega apprezzo le sue vaste competenze e qualità umane – per l’invito della *lectio* di chiusura dell’anno accademico 2014 nel bel campus universitario di Fisciano, un’occasione che mi ha fatto chiarire l’iter critico e compositivo definito “tematizzazione del tema”.

L’origine risale a quando mi fu affidata la responsabilità di un corso di primo anno che, provenendo dai corsi superiori di Nicola Pagliara, mi costrinse a ridisegnare la didattica che fondai nei quesiti del *cosa*, *come* e *perché*, dove il primo termine individua il soggetto, il secondo è il procedimento per portare a soluzione il primo quesito, mentre il terzo deve dare ragione delle scelte fatte coniugando le necessità con le valutazioni di giudizio dell’intervento concepito. Sono tre condizioni per progettare manufatti, mentre per l’edilizia e la città aggiunti il *dove*, che fornisce valenze urbane distributive e di orientamento, e il *quando* che mette in rapporto i significati del passato nel presente con la consapevolezza della durata fisica dell’architettura e la conservazione del suo significato nel futuro.

Per molto tempo avevo assunto l’asserzione di Mies van der Rohe «quel che conta è solo ed unicamente il come», una scelta che sembra logica, ma espone il progetto all’arbitrio dello stile il quale è una variabile connessa alla moda, al capriccio e alla memoria individuale.

Invertendo il punto di vista dal soggetto – l’io progettante – all’oggetto – l’opera da comporre – ho attribuito la priorità al *cosa*, forse partendo dal quesito posto da Louis Kahn su «cosa voleva essere un mattone», ma la formulazione la devo a Geoffrey Scott che nel 1914 in *L’architettura dell’umanesimo* scrisse «Prima condizione per la comprensione estetica è il mettersi dal punto di vista che conviene all’opera d’arte». In un viaggio alla ricerca delle ville palladiane,

sapendo che Andrea Palladio preferiva l'eloquenza della nicchia vuota a quella con la statua e assicurato di non essere visto, presi posto nell'incavo di una nicchia per guardare cosa avrebbe visto la statua, un'azione corporea a sostegno del concetto che ha il fine di scoprire la soluzione nel tema stesso, cioè nel "cosa" con le sue necessità, vocazioni, costrizioni o resistenze invece di cercarla clonando opere di maestri elevati a divinità, da un abaco di tipi o nel più immediato repertorio offerto dal web.

2. *Significati*. Dal *Vocabolario etimologico* di Ottorino Pianigiani (Firenze 1907) il vocabolo "Tema" designa *ciò che si pone* dalla radice *ti-the-mi* 'porre', 'collocare' e anche 'fare', quindi per estensione ho attribuito il significato di comporre al neologismo "tematizzare". Lo stesso vocabolario riferisce che la parola "estetica" dal greco *aisthetikós* significa 'sensibile', 'capace di sentire', ciò che nel 1750 portò Alexander Gottlieb Baumgarten a definire l'estetica come "scienza del bello", mentre la parola "etica", dal greco *ethiká* relativa al 'costume', 'abitudine', 'uso' è la scienza della morale che insegna a governare i costumi, cioè la "scienza del bene".

Assumendo i significati originari, il ribaltamento del punto di vista comporterebbe anche il simmetrico capovolgimento dall'estetica all'etica, cioè dalla concezione formale all'interrogazione delle ragioni dell'oggetto da progettare, in altre parole la procedura, assimilando i termini noti del progetto, tende a *scoprire* la forma che non è una premessa ma una difficile conquista. Articolando i vocaboli, la sequenza tema → tematica → composizione → espressione porta al *linguaggio*, termine utilizzato dalla mia generazione per designare lo *stile*.

Mentre tendere all'essenza evita la cosmesi, tematizzare il tema può confermare o estendere un carattere peculiare del tema, accrescerlo o evidenziarlo, inoltre può essere un efficace strumento critico per valutare il proprio e l'altrui operato.

3. *La memoria dimenticata*. Il primo freno per l'applicazione del metodo è l'accensione istintiva della memoria che induce a immaginare una forma e questo è il maggiore ostacolo per conoscere a fondo la natura del tema, per superare il quale ho teorizzato la "memoria dimenticata" che è un ossimoro, cioè una figura retorica che unisce due termini di significato opposto e giacché si può scordare solo ciò che si conosce, è indispensabile accumulare conoscenze con letture e viaggi, mentre l'oblio può essere una risorsa per favorire la comprensione del "che cosa", quindi la scoperta di una soluzione incognita che può rivelare ciò che il forzato oblio aveva celato. Tuttavia, non dobbiamo mai scordare che lavoriamo per la memoria, sia per conservarla, sia per costruire

quella delle generazioni future, pertanto l'espedito è connesso al tempo che è tanto più efficace quanto le conoscenze accumulate sono distanti dal momento del progetto.

4. *La composizione architettonica e le insidie della moda.* La più esaustiva definizione di composizione architettonica si deve a Adalberto Libera che in una lezione del 2 novembre 1954 dichiarò: «La vera composizione consiste nel comporre l'eterogeneo, e cioè nel placare in soluzione univoca esigenze statiche, economiche, funzionali, emotive e, cioè, chili, lire, metri, opinioni ed emozioni»; le prime tre sono scientifiche e misurabili, le ultime due appartengono alla cultura, alla sensibilità e all'arte del progettista, ma è soprattutto nell'*opinione* personale che si fonda l'arte del comporre. L'opinione si forma dalla conoscenza dell'architettura e della sua storia intesa come *materia prima* e dalla conseguente idea di architettura formulata da ciascuno, compresi committenti e pubblico.

Per secoli committenti e costruttori hanno condiviso la stessa idea dell'architettura e i modelli del costruire erano nello stesso ambiente che si costruiva o che si modificava e con quei codici si sono realizzati straordinari aggregati umani come Matera. Prima della modernità le oscillazioni del gusto avevano un'onda molto più lunga di alcune generazioni, ma già dal Cinquecento Andrea Palladio lamentava che «è avvenuto che gli uomini si sono già da gran tempo persuasi essere a ciascuno lecito fabbricare a sua voglia, e di qui siano nati gli strani abusi, le superflue spese e le barbare invenzioni», mentre nel Settecento l'ispettore dei ponti e degli argini German Boffrand sostenne che «il predominio della moda è tiranno del gusto, ostacolo dell'arte e corruttrice di principi».

Il ventennio fascista è stato l'ultimo periodo in cui l'architettura italiana ha avuto una identità riconoscibile in genere compresa fra i margini del Novecento e del Razionalismo, mentre dal dopoguerra a oggi i soli cambiamenti dell'arte edificatoria sono stati nei coefficienti di sicurezza del cemento e del ferro, il resto sono state modificazioni di stili: il Neorealismo, l'Organicismo, Neo-Liberty, Brutalismo, Architettura radicale, Tendenza, l'Hi Tech, Post Modern e Minimalismo, cambiamenti divulgati dalla più vasta pubblicistica del mondo pilotata dalla dittatura di critici autorevoli che, dopo aver provocato il disastro, si sono dileguati con il trionfo dell'architettura-oggetto che ha decretato la fine della triade vitruviana. La celebre triade di Marco Vitruvio Pollione non è uno stile ma fissa le condizioni che devono soddisfare l'architettura e che riporto nella bella trascrizione di Palladio, il quale raccomanda anche di progettare in pianta e alzati:

Devesi avanti che a fabbricar si cominci, diligentemente considerare ciascuna parte della pianta ed impiedi della fabbrica che si ha da fare. Tre cose in ciascuna fabbrica, (come dice Vitruvio) debbono considerarsi, senza le quali niuno edificio meriterà esser lodato; e quelle sono l'utile o comodità, la perpetuità, e la bellezza: perciocché non si potrebbe chiamare perfetta quell'opera che utile fosse, ma per poco tempo: ovvero che per molto non fosse comoda; ovvero che avendo ambedue queste, niuna grazia poi in se contenesse.

In *Complessità e contraddizioni nell'architettura* Bob Venturi, sul contrasto fra fini e mezzi di un programma, ha scritto che se per il progetto d'ingegneria il fine è semplice e senza contraddizioni mentre i mezzi sono assai complessi, viceversa per il progetto anche di una semplice casa, i mezzi sono in genere semplici mentre il fine è complesso e contraddittorio perché è connesso all'*abitare*. Invece è avvenuto che gran parte del costruire contemporaneo ha ribaltato l'assunto di Venturi riducendo l'architettura a un oggetto di design che, azzeccando la triade vitruviana con grande dispendio di mezzi, ha sancito il trionfo della forma-immagine a discapito dell'abitare.

Nel 1938 Mies dichiarò:

Solo chi ha provato quanto sia difficile fare correttamente persino le cose semplici, sa riconoscere il peso di questo compito. Ciò significa persistere nell'umiltà, rinunciare all'effetto e compiere fedelmente il necessario e il giusto. In altre parole servire invece di dominare. La tecnica ci promette potenza e grandezza: una promessa pericolosa per l'uomo che non è fatto né per l'una né per l'altra cosa.

Un elogio della semplicità analogo all'affermazione di Giuseppe Pagano: «Meglio peccare di serietà e modestia che profanare un'epoca con le vuote adulazioni convenzionali. La storia dell'arte dà sempre ragione ai modesti e fa strage inesorabile dei presuntuosi». In questo senso è emblematico il titolo *Immaginare l'evidenza* (Laterza, Roma-Bari 1998), dove Alvaro Siza spiega alcuni suoi progetti, mentre fin dall'Ottocento Gottfried Semper aveva messo in guardia dal pericolo del progresso tecnico, non in quanto tale, ma per l'incapacità di dominarlo, come il cemento armato che ha consentito a tutti di fare di tutto, oppure l'imbruttimento dei cartoni animati dell'era digitale che fanno rimpiangere la bellezza e la poesia di quelli disegnati a mano da Walt Disney.

I cambiamenti che avvenivano con "mutamenti" *nella* specie sono diventati "mutazioni" *della* specie, opere che essendo senza codice, quindi prive di senso, avverano la peggiore punizione escogitata da Dio – la confusione delle lingue (*Gen.* 11,1-9) – per punire il peccato d'orgoglio della Torre di Babele. Gli edi-

fici-oggetto per celebrare il potere, come lo stile Gomorra che sovrappone gli aggettivi ai sostantivi e anche gli affastellamenti del minimalismo d'accatto, sono tre specie senza radici che ubbidendo ai soli dettami della moda ne avranno la stessa durata. «La vita è breve, l'arte è lunga, l'occasione fuggevole, l'esperimento pericoloso, il giudizio difficile» diceva il medico e geografo Ippocrate di Coo.

Per ritrovare il *centro*, ho ristretto l'ambito della conoscenza storica che alimenta il serbatoio della memoria, distinguendo ciò che è importante *conoscere* per poi scordarlo, da cosa *escludere* perché inutilizzabile.

5. *Ucronia*. L'architettura non è una scienza ma un'opinione connessa alla cultura e alle emozioni che sono variabili nel tempo, eppure può esserci un nucleo radicato nell'autobiografia e il mio imprinting, per dirla alla Konrad Lorenz, è stato il Razionalismo mediterraneo assimilato ad Asmara. Tuttavia l'ho assunto con convinzione e per convenienza, sia perché il Razionalismo è un modo prima di essere uno stile, sia per la relazione con le costruzioni rurali e spontanee. Così fin dagli esordi ho collocato la mia idea di architettura nell'ambito del Razionalismo novecentesco italiano che, interrotto dalla *damnatio memoriae*, non considero concluso ma immaginato come sviluppo "ucronico", quel genere letterario in cui si suppone che la storia abbia seguito un corso diverso da quello reale. Lo sviluppo ucronico del Razionalismo ha escluso gli "aggiornamenti" succedutisi dal dopoguerra fino a oggi e ha sancito l'affermazione degli archetipi del costruire e dei principi assoluti imposti dalla natura: la livella dell'orizzonte e il piombo della gravità.

L'ucronia, che non è legata né alla nostalgia né ai revival, ha portato a convertirmi al politeismo architettonico, al paganesimo delle divinità greche che riflettevano pregi e difetti degli uomini, ponendo sull'olimpico maestri come Ictino, Le Corbusier, Palladio, Mies, Borromini, Terragni, Michelangelo, Alberti, Kahn, Mendelsohn e su tutti Adolf Loos, ma senza fare sconti a nessuno – specie i grandi che pure hanno lasciato qualche scoria, compreso il mio maestro Nicola Pagliara – cioè selezionando dalle loro opere e pensieri quello che ritengo utile e conveniente. Poi ci sono gli dei (considerati) minori come Angiolo Mazzoni e Rudolf Schindler o sconosciuti come Otakar Novotny, Vincenzo Pantano e Pedro Ramirez Vazquez, quindi i semidei fino ai lari che rimandano all'*Architettura senza architetti* di Bernard Rudofsky e all'*Architettura rurale italiana* di Giuseppe Pagano e questa alla *Arquitectura Popular em Portugal* che ha influito su quella sorta di tragitto ucronico degli architetti portuensi come Alvaro Siza e Adalberto Dias.

Sono incursioni nella modernità senza tempo che si scopre ovunque perché all'architettura, in quanto arte legata alla vita, non appartiene la categoria

di progresso che è propria della scienza. Assumendo e parafrasando il detto di Antoine de Saint-Exupéry «non bisogna imparare a costruire ma a vedere, costruire è una conseguenza» ho ampliato l'angolo dei miei interessi agli insediamenti che nel tempo hanno modificato la geografia dell'habitat umano, mentre all'opposto molte opere trascorse o contemporanee che non hanno più nulla da insegnare le ho fatte scendere dall'olimpo dove erano state collocate dall'arbitrarietà degli storici e dei critici.

6. *Applicazioni e perché.* La casa per l'antropologo finlandese William Slotte nella missione evangelista svedese dell'Eritrea rappresenta una cosciente applicazione degli etimi razionalisti visti ad Asmara (fig. 1) cui seguì la Casa del Ragioniere a Santa Maria a Vico (fig. 2) che decretò il fallimento di piegare il progetto agli etimi di Schindler e Wright, un'infatuazione che mi costrinse ad azzerare il problema nei limiti del programma e del contesto dai quali, col procedimento razionalista rinforzato dal *Raumplan* di Adolf Loos, ottenni una forma di semplici volumi per la quale cercai e trovai un avallo nella casa che nel 1926 Ludwig Wittgenstein costruì per la sorella Gretl insieme all'allievo di Loos Paul Engelmann.

Fig. 1 (a sinistra). Casa del dott. William Slotte ad Asmara, 1973.

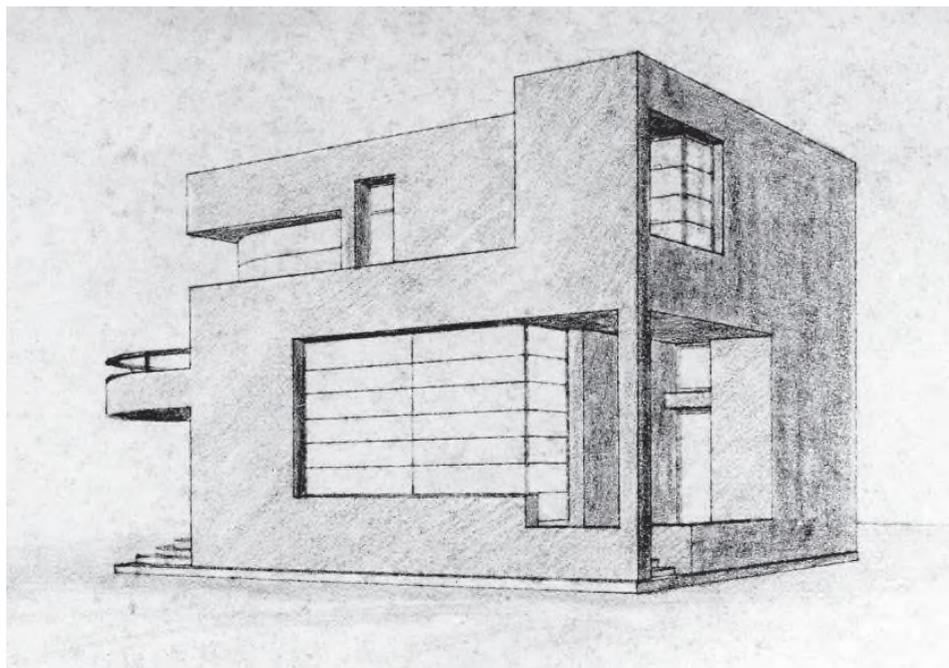


Fig. 2 (sotto). Casa del Ragioniere a Santa Maria a Vico (CE), 1974-'77.



Di segno opposto è la genesi della Casa del Biologo a Rivello (fig. 3) che nel 1979 impostai su consapevoli principi palladiani, così mi sorprese che G.E. Simonetti su «Gran Bazaar» di aprile 1984 presentò la casa sullo sfondo del Razionalismo italiano con citazioni di Giolli, De Finetti, Rogers, Baldassari, Muzio e Pagano, un evidente caso di *memoria dimenticata*. In architettura non c'è nulla da inventare e la riscoperta di un antecedente è avvenuta con il progetto di concorso del municipio di Santa Marinella (fig. 4) che dall'analisi del *cosa* – le costrizioni del sito e la volontà di aprire sul paesaggio – fu tematizzato con una piastra e una lastra, che poi un componente del gruppo scoprì avere una antecedente nello schizzo di Terragni per l'Unione vetraria italiana all'E42 (fig. 5).

Invece l'illuminazione del negozio Colette (fig. 6) mi portò a usare le volte con una sequenza di tavole copiata dal Padiglione dei Paesi Nordici alla Biennale di Venezia di Sverre Fehn (fig. 7). Sono situazioni assai disparate nelle quali la tematizzazione ha avuto modalità altrettanto diverse di applicazione, ma in genere oggi ricerco l'oblio dopo aver scartato le soluzioni immediate che, come tutti, schizzo a caldo. È noto che lo svolgimento del progetto, cioè la ricerca di un'incognita, non è lineare né scientifica ma è una spezzata che in un punto imprevisto può far emergere la soluzione.

Fig. 3. Casa del Biologo a Rivello (PZ), 1979-'81.



Fig. 4. Municipio di Santa Marinella, 2004, progetto di concorso con Entasis.



Fig. 5. Giuseppe Terragni, schizzo del progetto per l'Unione vetraria italiana all'E42, 1940.

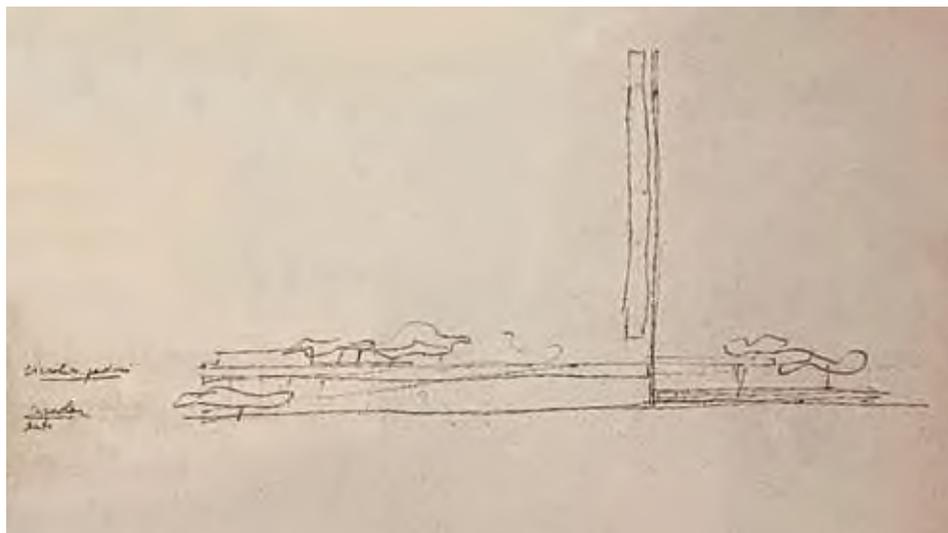


Fig. 6. Negozio Colette in via Duomo con Maria Rosaria Fiocco, 2000.



Fig. 7. Sverre Fehn, Padiglione dei Paesi Nordici ai giardini della Biennale di Venezia, 1958-'62. Il maestro norvegese ha trasformato la luce del Mediterraneo nella luce diffusa dell'estremo Nord europeo con la copertura a lamelle di cemento armato.



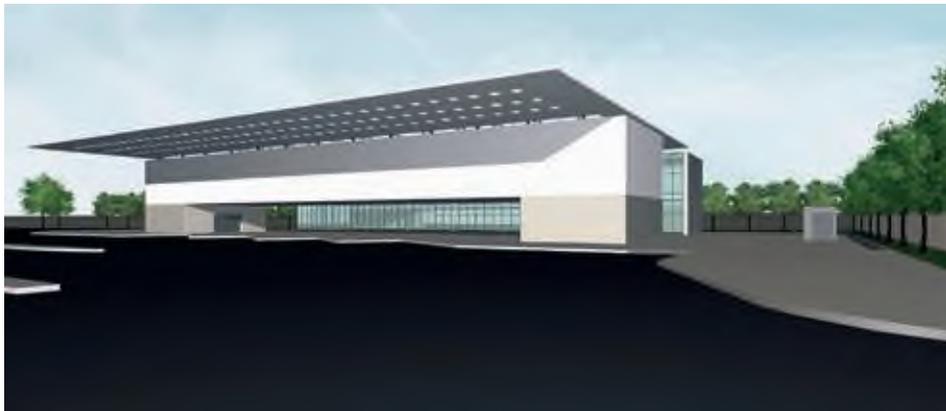
Proteggendo il processo del progetto con l'oblio, le sopite conoscenze possono riemergere con il disvelarsi della soluzione, una circostanza che può sorprendere quando riscopriamo le analogie con dettagli o opere che avevamo accantonato. È il contrario dei “riferimenti” posti a premessa delle tesi di laurea e di quelli della progettualità diffusa a scala globale ottenuta dalla riproduzione acritica del repertorio di maniere – e loro ibridazioni combinatorie – offerte dal contemporaneo prive di qualsiasi attendibile *perché*.

Fra i tre termini che ho posto alla base del comporre è proprio il *perché* il requisito più difficile ma più importante da fruire, come ha raccomandato Leon Battista Alberti: «la maggior gloria fra tutte sta nella valutazione con retto giudizio di cosa sia degno», quindi giusto e conveniente, un precetto che dovrebbe valere nelle arti, nella politica e nella vita.

Infine, la prova *scientifica* che il progetto sia terminato è nel concetto di bellezza dello stesso Alberti, cioè quando «non si può togliere o aggiungere cosa alcuna se non in peggio». Col beneficio della lentezza e del dubbio.

Napoli, 25 novembre 2019

Fig. 8. Terminal bus della società AIR Avellino, con Raffone & Associati e Vittorio De Vito, 2008, risolto potenziando i temi del portale e delle pensiline.



Figg. 9, 10, 11. Qualificazione urbana della Stazione Metro di Giugliano, 2006-'9, con Raffone & Associati. Il tema del vuoto è espresso nella precisione delle lastre di travertino e delle aste della ringhiera.

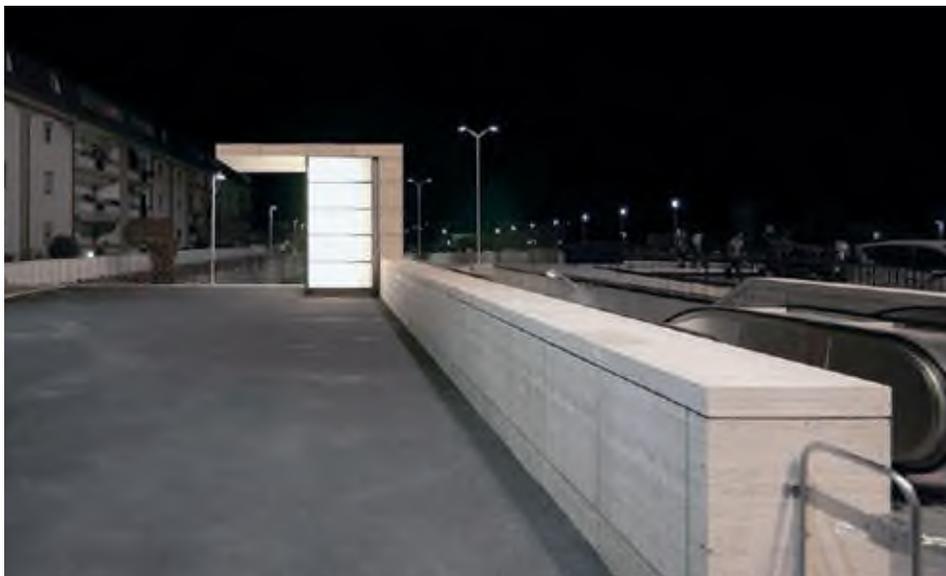






Fig. 12. Tema del panopticon nella garitta del parcheggio della stazione Metro.



Fig. 13. La forma sinusoidale del muro a una testa garantisce la stabilità del recinto della casa di PI a Calvi Risorta (CE), con Maria Rosaria Fiocco, 2009-2016.



Figg. 14, 15, 16. La Casa PI a Calvi Risorta è la tematizzazione delle vetrate a scomparsa e delle pensiline.



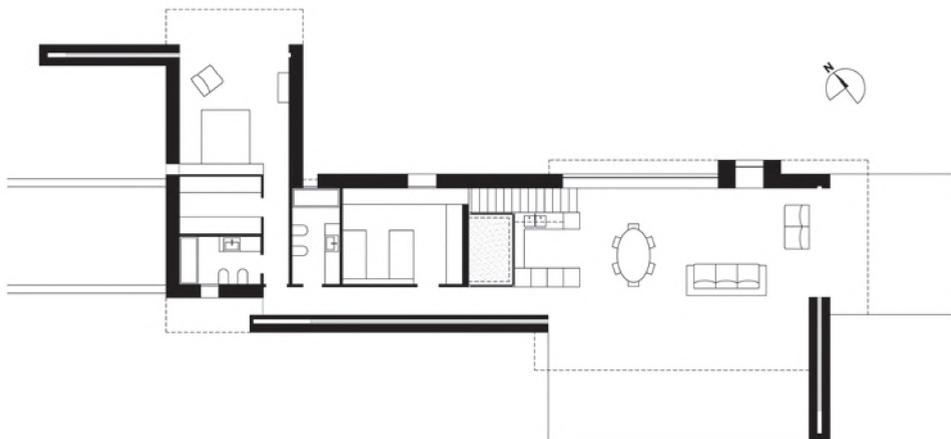


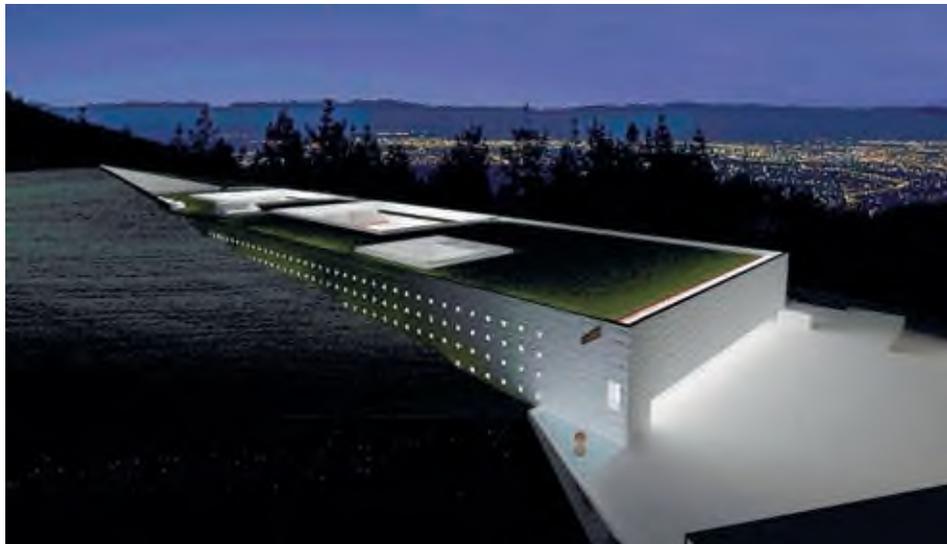
Fig. 17. Il tema del distacco fra il portico e il corpo dei servizi nella prima soluzione della Casa di Abramo in via Marinella, 2014, con Maria Rosaria Fiocco.



Fig. 18. Recinti d'acqua e prato nella seconda soluzione della Casa di Abramo nel porto di Napoli, 2015, con M.R. Fiocco, strutture ing. Antonio Formisano, quadro economico prof.ssa Maria Cerreta.



Fig. 19. Scuola Bramante a Macerata, progetto di concorso MIUR per “52 scuole innovative” con Alessandro Della Vecchia e Vincenzo Bruno, calcoli prof. ing. Geminiano Mancusi, 1916. Muri a gravità con inerti ricavati dalla demolizione del Centro Tori e spazi ottenuti con scavo e riporto della terra.



Figg. 20, 21. Sviluppo ucronico del Razionalismo Mediterraneo nel progetto di laurea Margini settentrionali della Mostra d'Oltremare di Alessandro Della Vecchia e Vincenzo Bruno, 2019.





Enrico Sicignano

Struttura e forma in architettura: una breve riflessione

«[...] La costruzione non definisce soltanto la forma, ma è la forma stessa.

Dove la vera costruzione prova un contenuto autentico, là sorgono anche opere vere; opere vere e corrispondenti alla loro essenza. E queste sono necessarie. Esse sono necessarie in se stesse e in quanto parti di un ordine vero. Si può ordinare soltanto ciò che è già in sé ordinato.

L'ordine è qualcosa di più dell'organizzazione. L'organizzazione è la determinazione della funzione. L'ordine invece è attribuzione di significato [...]. Oggi, come da lungo tempo, credo che l'architettura abbia poco o nulla a che fare con la ricerca di "forme interessanti" o con le inclinazioni personali. La vera architettura è sempre oggettiva, ed è l'espressione della cultura di massa nel contesto nel quale si sviluppa».

(Ludwig Mies van der Rohe)

Questo breve saggio che, se opportunamente sviluppato, potrebbe prendere diversi capitoli e la cospicua consistenza di un libro, tratta un tema basilare dell'architettura e dell'Ingegneria Strutturale: "struttura" e "forma" in architettura.

Come le note per la musica, i versi per la poesia, il colore per la pittura, così l'Architettura non ha ragione di essere senza la struttura. La struttura è l'elemento determinante nella definizione della forma dello spazio. Struttura deriva dal latino "*struere*" ossia costruire ed il suo primo impiego tecnico si riferiva all'Architettura. "*Structura*" per Vitruvio è il nucleo interno del muro ed il modo con cui esso è collegato al paramento esterno. "*Structura*" è parola di origine dotta dal significato completamente diverso da "*opus*". Giulio Cesare nel *De bello civili* del 48-49 a.C. parla di "*extrema parietum structura*" mentre Aulo Cornelio Celso, medico e scienziato, riproponendo ed ampliando gli studi di Ippocrate nel suo *De Medicina* del 27 d.C. usa la parola "*structura*" per riferire della disposizione delle ossa nel corpo umano. Ed ancora Quatremère

de Quincy nel suo *Dictionnaire Historique d'Architecture* del 1832 attribuisce alla parola *struttura* il significato più nobile, diverso dalla *costruzione* (che attiene agli aspetti materiali e meccanici) di elemento determinante per l'Architettura il quale abbraccia contemporaneamente sia l'entità fisica che i rapporti armonici tra le parti: la bellezza delle forme, la proporzione degli ordini, la maestria dell'esecuzione. Non a caso, anche nella storia del pensiero storico e filosofico, la "sinistra" hegeliana prima con Feuerbach ed Engels e definitivamente con Marx mette a punto i concetti di struttura e sovrastruttura per definire, nell'ambito politico e sociale, l'asse portante di un sistema economico e sociale diversamente da ciò che da esso è indipendente o subordinato. Ed ancora, per una strabiliante analogia con l'Architettura, al I° Congresso di Filologia slava di Praga nel 1919, tre linguisti russi Jakobson, Karcevskij e Trubeckoj avanzano tesi nelle quali, per la prima volta, in tale disciplina viene usato il termine *struttura* della lingua. Al successivo Congresso de L'Aja del 1928 i tre succitati linguisti formulano delle proposte nelle quali la disciplina strutturalista, dalle basi del "sistema" di De Saussure, acquista i suoi caratteri definitivi ed elaborano il concetto di funzione nel linguaggio che porta agli sviluppi della fonologia, della linguistica, della semiotica.

La struttura non è solo la parte portante di un organismo edilizio, verticale e orizzontale (murature, pilastri, colonne, archi, solai, volte, coperture). Essa è anche l'elemento determinante lo spazio e la sua forma. La struttura scandisce e identifica lo spazio. La storia dell'architettura è e coincide con la storia della evoluzione della struttura, del suo comportamento, dai materiali di cui è composta e dal modo in cui essi sono aggregati, composti insieme, progettati insieme, relazionati ed espressi. La piramide egiziana è la quintessenza della struttura a gravità. Il trilito del tempio greco e la sua successione rappresentano la conquista dello spazio interno, magistralmente conseguito poi nell'architettura romana, bizantina, romanica, gotica, rinascimentale. La Rivoluzione Industriale ha poi introdotto in maniera diffusa e standardizzata materiali nuovi quali il vetro, la ghisa, il ferro, l'acciaio. Con quest'ultimo e con il conglomerato cementizio armato è nato il telaio strutturale bidimensionale e tridimensionale a gabbia, ossia la parte portante dell'organismo edilizio separata da quella portata. Con esso salta la storica, millenaria coincidenza delle regole del costruire con le regole del comporre cosicché a uno stesso scheletro strutturale possono attribuirsi diversi "involucri" (alla stessa stregua di vestiti), di diversi materiali, tutti validi, tutti differenti l'uno dall'altro. Da un certo punto in poi materiali tradizionali e innovativi, tecniche antiche e tecnologie moderne e sofisticate hanno offerto ai progettisti la possibilità di poter disporre di un articolato e quasi infinito repertorio di forme, di "stili"

e quindi di linguaggi diversi. In assenza di una “collaudata e condivisa teoria progettuale” come quelle inossidabili della Storia dell’Architettura, della Storiografia dell’Architettura, della Critica dell’Architettura, nel campo della Composizione e Progettazione Architettonica si sono aperte e percorse tante strade (supportate da proprie e peculiari Progettazioni Tecnologiche dell’Architettura, dalla Cultura Tecnologica della progettazione) quali l’Ecclettismo, il Funzionalismo, il Razionalismo, l’Architettura Organica, l’Espressionismo, il Brutalismo, il Neo-Razionalismo, il Neo-Liberty, il Regionalismo critico, la Tendenza, il Post Modern, l’High Tech, il Decostruttivismo. Alcuni di essi si sono manifestati contemporaneamente nello stesso periodo storico.

Il ruolo che in ciascuno di essi ha svolto la struttura in rapporto con la forma è illuminante e certamente diverso l’uno dall’altro. In un saggio del 1973 intitolato *Structure, Construction, and Tectonics*, Eduard F. Sekler individua nella tettonica l’espressività scaturita dalle capacità portanti della struttura per cui l’espressione complessiva è qualcosa di molto di più della somma dei soli concetti di struttura e di costruzione.

E ancora Stanford Anderson osserva che «la tettonica si riferisce non soltanto all’attività di produrre la costruzione materialmente necessaria per rispondere a determinati bisogni, ma piuttosto all’attività che innalza questa costruzione a una forma d’arte»¹.

Da tale affermazione ne discende che la forma della struttura adeguata alla funzione si adatta fino a dare congrua e compiuta espressione alla funzione stessa. Il senso di sostegno dato all’entasi della colonna greca è divenuto così la pietra di paragone del concetto di tettonica.

Per Auguste Perret «la struttura è la madre lingua dell’architetto... Colui che dissimula una qualunque parte della struttura si priva del solo legittimo e più bell’ornamento dell’architettura. Colui che dissimula un pilastro commette un errore. Colui che fa un falso pilastro commette un delitto». Al proposito però, c’è da rilevare che alcuni grandi architetti hanno, per ragioni squisitamente di equilibrio compositivo e di ordine, realizzato tra pilastri veri, anche pilastri finti e non portanti. È il caso di un pilastro finto nell’atrio coperto della Casa del Fascio di Como di Giuseppe Terragni o delle colonne non portanti alla base dell’edificio sulla Michaelerplatz a Vienna di Adolf Loos. Sono le eccezioni che confermano la regola, come quando al gioco delle carte si bara ma tale gesto di azzardo può essere fatto solo e soltanto da chi conosce bene

¹ A. Stanford, *Modern Architecture and Industry: Peter Behrens, the AEG and the Industrial Design*, in «Oppositions», n. 21, 1980, p. 83.

tutte le regole del gioco; gesto raro, contraddittorio, audace, ma consentito, accettato, riconosciuto.

Un posto rilevante occupano le strutture resistenti per forma i cui principali protagonisti sono Felix Candela, Edoardo Torroja, Pier Luigi Nervi, Eladio Dieste.

Le strutture resistenti per forma reclamano il loro diritto di esistere proprio grazie alla loro configurazione spaziale di geometrie non euclidee (parabole, iperboli, paraboloidi iperbolici, coniche, quadriche). Il sistema costruttivo che meglio si è prestato in tal senso è stato ed è il conglomerato cementizio armato, quando non usato in maniera trilitica. Per quanto strano e assurdo possa sembrare sono stati prevalentemente gli aspetti economici, scaturiti dalla riduzione dei costi, derivati dalle ridotte sezioni degli elementi portanti che ne hanno determinato il loro successo. Per esempio le volte sottili si fondano strutturalmente sulla continuità tra linee di resistenza a trazione e linee di resistenza a compressione, in un funzionamento intermedio tra la piastra e la membrana. Antesignano è stato Rafael Guastavino che nella seconda metà dell'Ottocento, prima in Catalogna e poi in America, porta ai massimi livelli la volta sottile catalana.

Tra i primi Felix Candela, spagnolo esiliato in Messico nel 1939, che nel 1951 realizza il Padiglione dei Raggi Cosmici nella città universitaria di Città del Messico e il ristorante Los Maniantales nel 1957-'58 a Xochimilco, dove le volte poligonali si estendono fino a trenta metri di diametro. Un vero capolavoro è l'edificio della Bacardi. Tre coppie di cupole (ciascuna a pianta quadrata), di grande luce e di ridottissimo spessore coprono uno spazio di 5000 m² di superficie (fig. 1). Eduardo Torroja è il vero grande maestro in tal senso la cui opera e il cui pensiero sono centrali in questo discorso. Citiamo, una per tutte, la pensilina dell'Ippodromo Zarzuela a Città del Messico.

Fig. 1. Felix Candela, Edificio della Bacardi a Città del Messico, 1958-'60.



A seguire Pier Luigi Nervi con la copertura del cinema Augusteo a Napoli (1926-'27), con la pensilina della tribuna dello Stadio Berta a Firenze (1929-'32) e poi con gli hangar di Orvieto (1935; fig. 2), Orbetello-Torre del Lago (1939-'42) e quindi con il Palazzetto dello Sport a Roma con Annibale Vitellozzi (1956-'57) e con il palazzo dello Sport all' Eur con Marcello Piacentini (1958-'59), la Sala delle Udienze Pontificie (1971) e tantissime altre opere.

Fig. 2. Pier Luigi Nervi, Hangar di Orvieto, 1935.

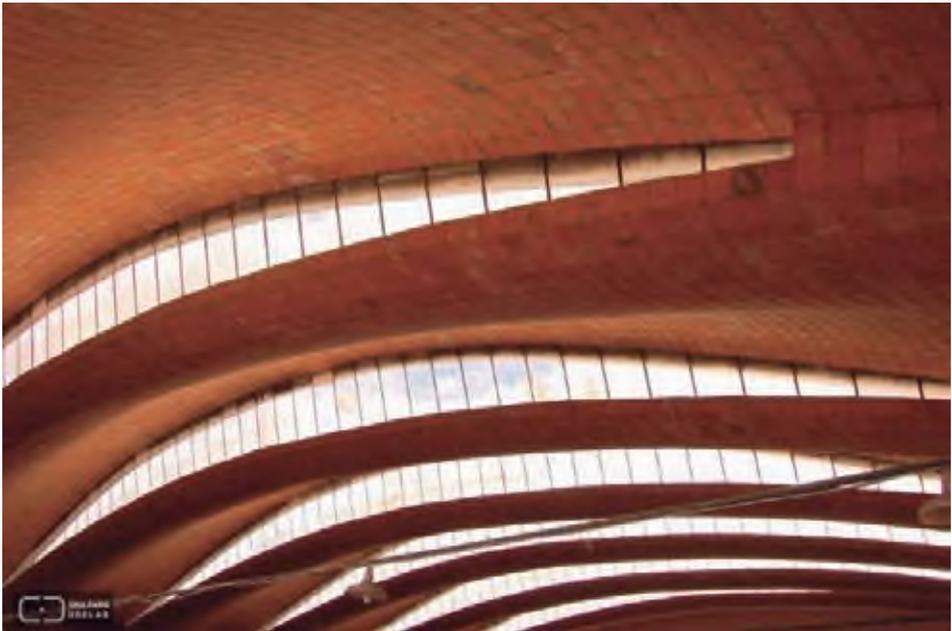
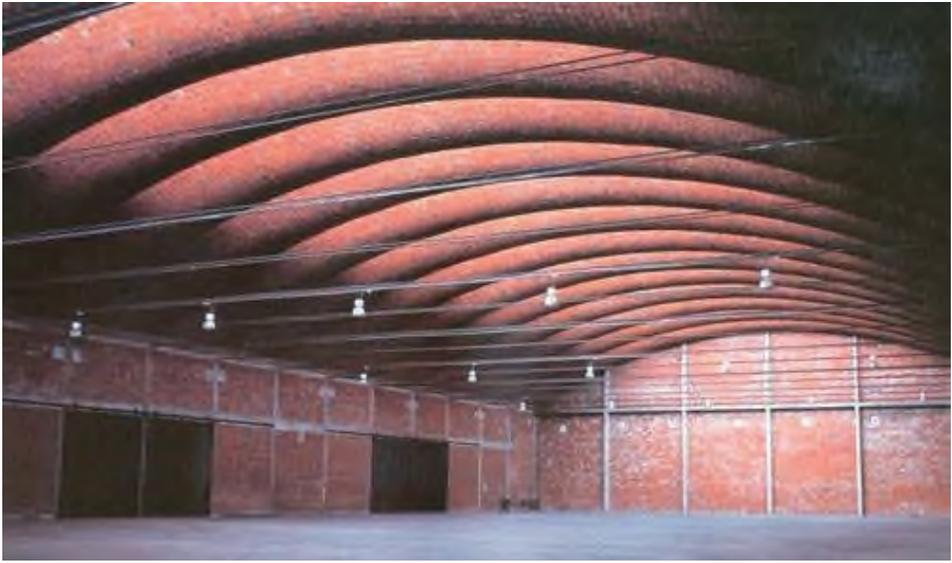


Significativo è anche il contributo dato da Eladio Dieste, l'originale ingegnere strutturista uruguayano, il quale con piastrelle di laterizio tenute insieme da una ridottissima soletta debolmente armata di conglomerato cementizio realizza opere straordinarie, audaci, uniche; tra esse, ma solo per citarne alcune, la chiesa di Cristo Lavoratore ad Atlantida, Uruguay (1958-'60) che si mantiene grazie a una parete esterna ondulata di mattoni portanti; altrettanto dicasi per la copertura costituita da una serie di volte aventi come direttrice una curva catenaria.

La pensilina della Stazione degli autobus (1973-'74) a Salto provocatoriamente sfida la legge di gravità. È un'opera audace portata ai limiti estremi della stabilità, la fase ultima, l'attimo prima dopo il quale c'è solo il crollo.

La copertura del Deposito del Porto a Montevideo (1977-'79) lascia addirittura stupefatti per la straordinaria configurazione spaziale degli elementi di copertura, “volte gaussiane”, rigide ma leggere che coprono una grandissima luce (fig. 3).

Fig. 3. Eladio Dieste, Deposito del Porto a Montevideo, 1977-'79.



Non poteva mancare in tale discorso Mies van der Rohe e il suo insegnamento all' Illinois Institute of Technology di Chicago.

Come neodirettore del Dipartimento di Architettura dell' Armour Institute, poi Illinois Institute of Technology, Mies – in fuga dalla Germania nazista – istituisce un corso di studi che esalta l'architettura strutturale. Come docente la sua influenza si estende ben al di là dei suoi studenti rivelatosi, in architettura, la mente più innovativa dell'epoca. Nel suo discorso inaugurale all' Armour Institute nel 1938 delinea la sua filosofia degli studi:

[...] la vera istruzione non si preoccupa solo di obiettivi pratici ma anche di valori [...]. La forma architettonica più semplice è radicata in considerazioni interamente funzionali ma può raggiungere, tramite tutti i livelli di valore, le più alte sfere della esistenza spirituale fino al mondo della arte più pura [...]. Il lungo cammino che passa dal materiale attraverso la funzione fino al lavoro creativo ha un solo obiettivo: creare l'ordine [...]. L'ordine serve a collocare ogni cosa al proprio posto e a dare a ogni cosa il dovuto a seconda della sua natura. Lo faremmo in maniera così perfetta che il mondo delle nostre creazioni potrebbe fiorire dal suo interno. Non vogliamo altro, non desideriamo altro. Nulla può esprimere lo scopo e il significato della nostra opera meglio delle parole di Sant'Agostino: "La bellezza è lo splendore della verità".

Nel 1950, in un intervento in occasione del passaggio dell' Institute for Design all' Illinois Institute of Technology, Mies parla del rapporto tra la tecnologia e l'architettura:

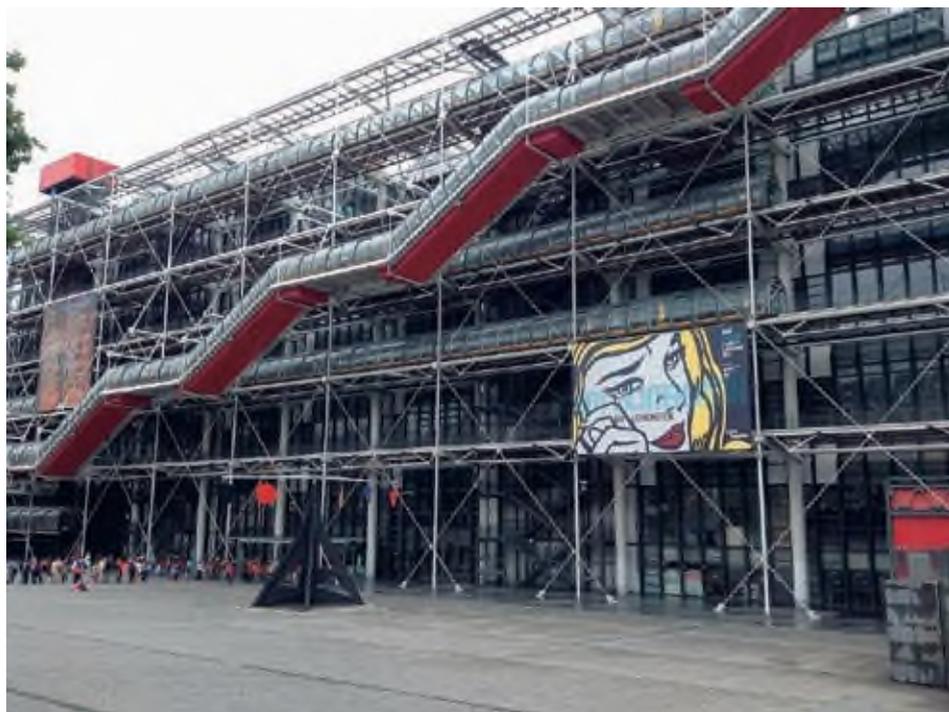
L'architettura dipende dal proprio tempo. È la cristallizzazione della sua struttura interna, il lento espletarsi e manifestarsi della sua forma. Questo è il motivo per cui la tecnologia e l'architettura sono così strettamente collegate. La nostra vera speranza è che crescano assieme e che un giorno l'una possa essere espressione dell'altra. Solo allora avremo una architettura degna del proprio nome: Architettura come simbolo del nostro tempo.

L'High Tech nasce in Inghilterra negli anni '60 (e finisce negli anni '80) quando è ai massimi livelli la fiducia nella tecnologia, ritenuta demiurgo e in grado di risolvere tutti i problemi delle società e della umanità intera. Nel mondo anglosassone i grandi risultati ottenuti a partire dagli anni '60 del secolo scorso nel campo delle tecnologie, dei nuovi materiali, delle plastiche, dei polimeri, degli acciai speciali, delle leghe di alluminio, degli FRP, dei cementi speciali, degli additivi, cambiano il volto al mondo delle costruzioni. Delle conquiste nel campo della chimica, dell'elettronica, della meccanica, della mecatronica,

dell'informatica beneficia direttamente e indirettamente anche l'innovazione tecnologica edilizia. Negli anni tutto questo porta alla consapevolezza da parte dei tecnologi di un ruolo non più paritario tra essi e gli altri, vari soggetti del processo edilizio, ma da protagonista quasi assoluto. L'effetto è la maggiore visibilità e la esaltazione della struttura, dei sistemi e degli impianti tecnologici, a volte con sovradimensionamenti e finte, eccentriche e colorate tubazioni impiantistiche; il tutto come una "esibizione muscolare" del tutto gratuita e ingiustificata ma che porta a un nuovo linguaggio.

Come apripista c'è certamente il Centro Pompidou a Parigi nel quartiere Beaubourg (1991-'77; Fig. 4) su progetto di Richard Rogers e Renzo Piano, ma percorrono questa strada Nicholas Grimshaw, Michael Hopkins, Peter Rice, Norman Foster Associates con la sede della compagnia di assicurazione Lloyd's Building (1978-'86) con la Hong Kong & Shanghai Bank di Hong Kong (1979-'86), con l'aeroporto Stansted (1991), con il Centro Renault di Swindon (1982-'83), con la Swiss Re Tower a Londra (1997-2004), quasi sempre supportati per la parte ingegneristica da Ove Arup & Partners.

Fig. 4. Richard Rogers e Renzo Piano, Centro Pompidou a Parigi, 1991-'77.



L'esperienza decostruttivista rappresenta un successo e un fallimento allo stesso tempo nel rapporto forma-struttura. L'espressione formale si svolge nel campo della geometria non euclidea, con libere e soggettive forme. Negli anni Ottanta del secolo scorso si realizzano in tal senso molte opere, come il Museo Guggenheim di Bilbao, le Residenze universitarie al MIT a Cambridge-Boston (2004), la Walt Disney Concert Hall di Los Angeles (1991-2003; fig. 5), queste ultime a firma di Frank Gehry, il Bio-Center di Peter Eisenman a Francoforte, l'isolato residenziale al Checkpoint Charlie a Berlino dell'OMA, la proposta della City Edge, a Berlino, di Daniel Libeskind, il Dance Theatre all'Aja di Rem Koolhaas del 1987, al progetto di Tschumi al concorso per la Biblioteque de France.

Fig. 5. Frank O. Gehry, Walt Disney Concert Hall a Los Angeles, 1991-2003.



Nel 1998 si tiene una mostra al MoMa - Museum of Modern Art a New York, dal titolo *Deconstructivist Architecture*, in cui si presentano le opere di sette architetti (Frank O. Gehry, Daniel Libeskind, Rem Koolhaas, Peter Eisenman, Zaha Hadid, Coop Himmel(l)au, Bernard Tschumi).

Così Mark Wigley ha scritto nel catalogo della mostra:

La forma si de-forma. Ma questa distorsione interna non distrugge la forma. Curiosamente la forma rimane intatta. Questa è architettura dello smembramento, della dislocazione, della flessione, della deviazione e della distorsione; non è invece demolizione, smantellamento, debolezza, decomposizione e disintegrazione. Essa “spiazza” la struttura invece di distruggerla. La cosa in fin dei conti sconvolgente è che la forma non solo sopravvive alla tortura ma ne sembra anche rafforzata. Forse la forma deriva da questo trattamento. Non si capisce più che cosa venga prima, se la forma o la sua distorsione, il parassita o chi lo ospita. Essi vivono in simbiosi... laddove il Costruttivismo faceva riferimento ad una sintesi – la creazione di una nuova architettura per una nuova società – il Decostruttivismo deriva le sue opposte tesi, almeno in parte, dalla consapevolezza che la modernizzazione globale sta spingendo il suo ordine così detto tecnocratico al di là di ragionevoli limiti. Il dilemma trova riscontro nel pensiero del padre fondatore del Decostruttivismo, il filosofo Jacques Derrida, che ha collaborato con Eisenman e Tschumi al progetto di un piccolo giardino nel Parc de la Villette.

Il successo è certamente quello di essere comunque riusciti a mantenere in piedi opere dalla geometria complessa in cui la legge di gravità è affrontata e sfidata. Il fallimento è certamente quello della negazione della struttura stessa a vista. Oltre gli addetti ai lavori e i diretti interessati, nessuno riesce a vedere e quindi è in grado di sapere, nelle opere sopra citate, dove sia la struttura, come essa sia fatta, di quale materiale, quale sia il suo reale comportamento e il suo rapporto con la forma di quella architettura che esso stesso sostiene.

Nella scultura e nell'architettura classica greca la composizione avveniva secondo le leggi della gravità. Nel periodo Barocco invece, tanto per fare un esempio, la forma, l'effetto scenografico, la ricerca dello stupore e della meraviglia prevalgono sulla sostanza e sul contenuto. Ne sono testimoni le architetture di Gian Lorenzo Bernini a Roma o di Johann Balthasar Neumann in Germania.

Le sfide del Barocco alla legge di gravità (gli sbalzi impropri di mani tese o di cornicioni aggettanti o di angeli volanti) sono supportate, in senso fisico e concettuale, da armature metalliche che assorbono le sollecitazioni di trazione così come magistralmente ci ha lasciato Gian Lorenzo Bernini (solo per fare qualche esempio nella Chiesa di Sant'Andrea al Quirinale oppure la movimentata e dinamica scultura *Estasi di Santa Teresa* (fig. 6) nella Basilica di San Pietro sempre a Roma, agli antipodi di un *kouros* (fig. 7), una immobile, statica e tozza statua greca del VII secolo a.C.).

Fig. 6. *Estasi di Santa Teresa*, di Gian Lorenzo Bernini, 1647-1652.



Fig. 7. Kouros, la figura maschile nella scultura greca.



Appare chiaro quindi che, per certi aspetti, Frank Gehry è idealmente vicino come forma mentis e modus operandi a Gian Lorenzo Bernini.

Diverso è il caso dell'opera di Zaha Hadid, la cui architettura è collocabile in un ambito di ricerca a cavallo e oltre l'Architettura Organica e l'Espressionismo. Nella Stazione Marittima di Salerno, così come nel MAXXI di Roma e nella Stazione dell'Alta Velocità di Napoli-Afragola (fig. 8) la struttura visibile è la struttura realmente portante anche in coerenza biunivoca interno-esterno, come il positivo e il negativo di una pellicola fotografica in bianco e nero. La struttura nega il rigore cartesiano; si dà in maniera plastica, quasi scultorea e gli spazi da essa configurati sono mutevoli e fluidi. Nell'attraversarli e viverli si ha una indicibile sensazione di quadridimensionalità, dove il tempo continuamente muta e trasforma le coordinate di lunghezza, larghezza, altezza.

Fig. 8. Zaha Hadid, Stazione dell'Alta Velocità di Napoli-Afragola, 2003-2017.



Nelle opere di Alvaro Siza Vieira invece, di straordinaria evocazione spaziale, la struttura è quasi sempre sapientemente e volutamente nascosta. Il telaio strutturale, le travi reticolari per le grandi luci scompaiono dietro cortine murarie, pannelli di cartongesso, controsoffittature e l'architettura si dà solo per vuoti e pieni, masse volumetriche e complesse articolazioni spaziali e sempre in coerenza tra interno ed esterno. È il caso, ma solo per citare un esempio, della Biblioteca Comunale di Viano do Castelo nel Nord del Portogallo, vicino Braga, quasi al confine con la Spagna, dove tutta la struttura e le alte travi reticolari in acciaio per coprire le grandi luci sono rivestite di lastre di cartongesso (fig. 9).

Fig. 9. Alvaro Siza Vieira, Biblioteca comunale di Viano do Castelo, 2001-2007.



Profonda e poetica è la riflessione al riguardo di Sergio Musmeci:

In che cosa consiste la bellezza di una struttura? Quali sono le potenzialità di una architettura strutturale? Io penso che la risposta a queste domande sia di fondamentale importanza per la comprensione dell'essenza stessa dell'architettura.

La progettazione strutturale è un modo cosciente di tradurre nella concretezza di una costruzione la razionalità astratta delle leggi meccaniche. L'architettura viene raggiunta quando tutto ciò è ottenuto con un atto di invenzione creativa.

L'espressività strutturale nasce dalla possibilità di afferrare un fatto statico con un atto sintetico dello spirito...

Chi afferma che l'architettura corra il pericolo di essere sommersa mostra di non aver compreso l'essenza dell'architettura [...]. Si ha la possibilità di far aderire la forma della materia ai flussi di forza in atto del suo interno; ciò impartisce verità ed espressione alla costruzione. Alla rigidità anonima e informe si sostituisce la vibrante aderenza alle variazioni delle sollecitazioni interne, in una parola alla vita stessa della struttura. La forma intessuta nello spazio come immagine di forze è forma coerente e viva. Ogni parte di essa ha una sua funzione indispensabile e dunque un significato, e tutte si fondono nel grande respiro dell'insieme.

E questo è finalmente architettura, pura e vera, senza travisamenti ed equivoci. La bellezza non è il programma ma il compimento di esso e, come sempre, il raggiungimento di una qualche perfezione.

Il mondo antico greco aveva due parole con due diversi significati per quella che noi definiamo invece, con una sola parola, forma:

- *Eidos* (idea, ideale, idolo, ecc.) ossia l'essenza della forma pura, quella del mondo platonico dell'Iperuranio, il modello perfetto verso cui aspiriamo e verso cui tendiamo di pervenire, accessibile solo dall'anima, attraverso la tragedia, l'arte, la religione, la speculazione del pensiero, la filosofia;
- *Morphè* (morfologia, ecc.) ossia l'immagine terrena, transeunte, umana, imperfetta.

L'opera dei grandi artisti, costruttori, progettisti, architetti, ingegneri è tutta racchiusa e si svolge in questa relazione e nel passaggio tra *eidos* e *morphè*, nella volontà di trasposizione del perfetto nell'imperfetto, del trascendente nell'immanente.

Bibliografia

- AA.VV., *La obra de Eduardo Torroja*, Instituto de España, Madrid 1977.
- AA.VV., *Felix candela 1910-2010*, Sociedad Est. Accion Cultural, 2010.
- Angus J.M., *High Tech Architecture: A Style Reconsidered*, The Crowood Press, Marlborough 2019.
- Bosel B., Zanchettin V., *Adolf Loos 1870-1933. Architettura, utilità, decoro*, Electa, Milano 2006.
- Dal Co F., *Renzo Piano*, Mondadori, Milano 2015.
- Davies C., *High Tech Architecture*, Rizzoli, Segrate 1988.
- Del Bino D., *Decostruttivismo e architettura*, Pontecorboli, Firenze 2009.
- Desideri P., Nervi P.L. Jr., Positano G. (a cura di), *Luigi Nervi*, Zanichelli, Bologna 1979.
- Fanelli G., Gargiani R., *Auguste Perret*, Laterza, Roma-Bari 1981.
- Frampton K., *Storia dell'Architettura Moderna*, Zanichelli, Bologna 1993.
- Id., *Tettonica e Architettura*, Skira, Milano 1999.
- Id., *Alvaro Siza*, Electa, Milano 2003.
- Friedman M., Sorkin M., *Frank O. Gehry. Architettura + sviluppo*, Rizzoli, Segrate 1999.
- Gale A., Gowan J., Honey S., *Mies van der Rohe: European Works*, Academy Editions-St. Martin's Press, London 1986.
- Giulio Cesare, *De bello civili*, Mondadori, Milano 1991.
- Goldberger P., *Building art. Vita e opere di Frank Gehry*, Safarà, Pordenone 2018.
- Gravagnuolo B., *Adolf Loos*, Idea Books, Milano 1981.
- Pace S. (a cura di), *Pier Luigi Nervi*, Silvana, Cinisello Balsamo-Milano 2011.
- Renzo Piano. The Complete Logbook, 1966-2016*, Thames & Hudson, London 2016.
- Roseti C., *La decostruzione e il decostruttivismo. Pensiero e forma dell'architettura*, Gangemi, Roma 1997.
- Savorra M., *La forma e la struttura. Félix Candela, gli scritti*, Electa, Milano 2013.
- Stanford A., *Eladio Dieste: Innovation in Structural Art*, Princeton Architectural Press, New York 2003.
- Id., *Peter Behrens. 1868-1940*, Mondadori, Milano 2002.
- Torroja E., *The Structures Of Eduardo Torroja*, F.W. Dodge Corporation, New York 1958.
- Zambelli M., *Tecniche di invenzione in architettura. Gli anni del decostruttivismo*, Marsilio, Venezia 2007.

La luce e lo spazio nell'architettura del Mediterraneo

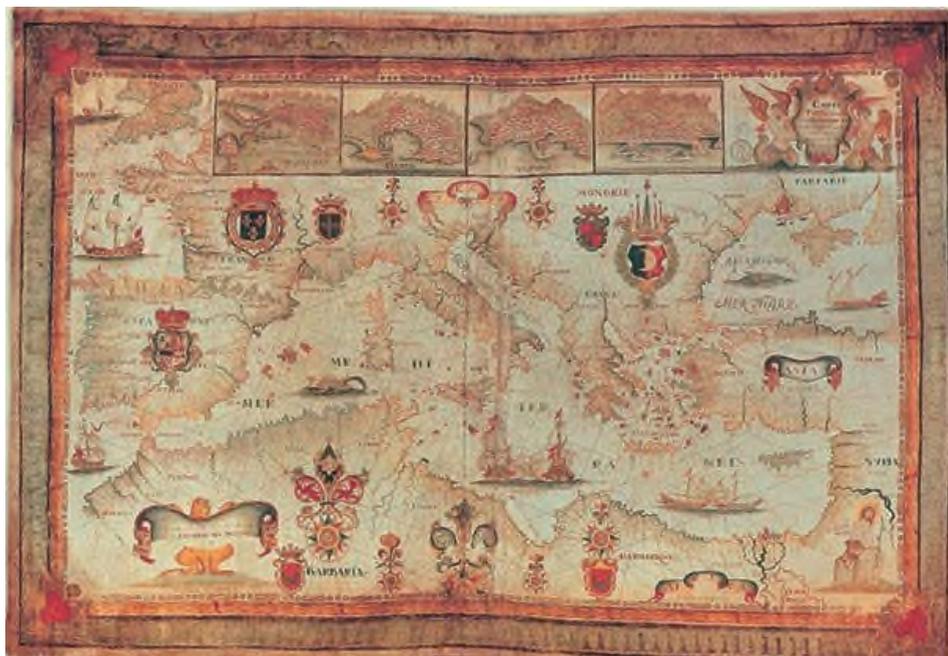
«Che cosa è il Mediterraneo?».

Per Fernand Braudel è:

Mille cose insieme. Non un paesaggio, ma innumerevoli paesaggi. Non un mare, ma un susseguirsi di mari. Non una civiltà, ma una serie di civiltà accatastate le une sulle altre. Viaggiare nel Mediterraneo significa incontrare il mondo romano in Libano, la preistoria in Sardegna, le città greche in Sicilia, la presenza araba in Spagna, l'Islam turco in Jugoslavia. Significa sprofondare nell'abisso dei secoli, fino alle costruzioni megalitiche di Malta o alle piramidi d'Egitto. Significa incontrare realtà antichissime, ancora vive, a fianco dell'ultramoderno: accanto a Venezia, nella sua falsa immobilità, l'imponente agglomerato industriale di Mestre; accanto alla barca del pescatore, che è ancora quella di Ulisse, il peschereccio devastatore dei fondi marini o le enormi petroliere. Significa immergersi nell'arcaismo dei mondi insulari e nello stesso tempo stupire di fronte all'estrema giovinezza di città molto antiche, aperte a tutti i venti della cultura e del profitto, e che da secoli sorvegliano e consumano il mare [...]. Su una carta del mondo il Mediterraneo non è che una fenditura della crosta terrestre, uno stretto fuso che si allunga da Gibilterra all'istmo di Suez e al mar Rosso [...]. Il Mediterraneo è fin dove cresce l'ulivo (fig.1).

Nell'antichità classica andare oltre il Mediterraneo, oltre le Colonne d'Ercole (l'attuale Stretto di Gibilterra) significava andare nel mondo non conosciuto affrontando il rischio di perdersi nell'ignoto (fig. 2). Oggi l'ignoto significa la Luna, Marte e gli altri pianeti del sistema solare, le galassie, l'universo sconfinato e inesplorato (fig. 3). Nelle parole scritte alcuni decenni fa da Paul Valéry, «[...] qui è dove è iniziata la costruzione dell'uomo e della sua personalità, il suo ideale di sviluppo più completo e perfetto. L'umanità come metro di valutazione delle

Fig. 1. Antica cartografia del Mediterraneo, XV secolo.



cose. L'umanità come entità politica e membro della società. L'umanità come entità giudiziaria definita dalla legge. L'uomo uguale all'uomo di fronte a Dio».

Tutto o quasi tutto ebbe origine nel Mediterraneo: la mitologia, la filosofia greca, il giudaismo, il cristianesimo, l'Islam, l'impero romano, la cultura araba (filosofia, algebra, scienze naturali, ecc.). Culla delle civiltà è anche una macro-realtà geografica, fatta di tanti stati, gruppi etnici, tradizioni, lingue diverse. Ha visto nascere l'architettura egiziana, greca, romana, araba. Qui Oriente e Occidente si incontrarono con caratteri permanenti in ciascuno di essi. Le condizioni climatiche, la luce, l'ombra, l'acqua e i materiali hanno prodotto nel corso dei secoli uniche e irripetibili tipologie edilizie e costruttive, con specifici gradi di appartenenza. I suoi luoghi, i suoi insediamenti, le sue città, le sue architetture sono state di grande interesse, ricerca e fonte di ispirazione. Le genti che vissero e che vivono nel Mediterraneo hanno prodotto in circa cinquemila anni le più importanti e pure innovazioni intellettuali. Lungo tutto questo periodo la scienza si rese sempre più autonoma dall'empirismo, l'arte dai simbolismi presenti nelle sue radici, la letteratura divenne un'entità nettamente diversa e divisa in campi separati, l'uomo e l'universo diversamente considerati dalla

Fig. 2. Missile sulla base di lancio per una esplorazione nello spazio.



Fig. 3. La tomba del tuffatore a Paestum VII secolo a.C.



filosofia. Il Mediterraneo ha rappresentato una tappa fondamentale nel *Grand Tour* e per i grandi viaggiatori quali Schinkel, Garnier, Labrousse, Hoffmann, Le Corbusier, Aalto, Kahn, Mies, ecc. solo per citarne alcuni. Essi poi metabolizzarono questa cultura e trasformarono i suoi valori e i suoi significati nelle loro proprie poetiche. Oltre l'architettura vernacolare, gli archetipi, i modelli, il senso della spazialità, essi poi diedero vita ad altri e più fecondi processi compositivi e linguistici. Dopo i Maestri del Movimento Moderno tali processi emergono oggi attraverso la produzione e la poetica di una nuova generazione di architetti "mediterranei" quali Rafael Moneo, Alvaro Siza, Francesco Venezia, ecc. (tanto per citare i maggiori, ma sono in tanti) i quali – lontani dalle esperienze Post Modern, High Tech, decostruttiviste, ecc., ripropongono l'architettura fatta dalla scatola muraria, compatta, chiusa, stereometrica, dalle aperture calibrate, secondo la geometria euclidea che solo reclama la livella e il filo a piombo, la terra, il cielo, la forza della gravità e la linea dell'orizzonte. Attraverso una rilettura selezionata di alcune opere e autori si intende qui tracciare un percorso ideale nel quale il Mediterraneo è qualcosa di fortemente caratterizzante e identitario anche a distanza di tanti secoli.

Le città del Mediterraneo

L'archetipo urbano ellenistico fu Mileto (figg. 4-4a), progettato da Ippodamo. Seguirono Priene, Rodi, ecc. Più filosofo che architetto, Ippodamo organizzò la città come una scacchiera. Ogni quartiere corrispondeva al modo in cui una città era organizzata in base alle sue attività politiche, religiose, sociali ed economiche. I quartieri erano raggruppati nel piano di assetto urbano; comunicavano tra loro e gli edifici erano progettati in base alle loro finalità. Ognuno di questi spazi pubblici aveva pietre miliari e steli individuate dai topografi.

Nel Mediterraneo, la città si sviluppò anche come aggregazione spontanea, solo apparentemente irrazionale (fig. 5). Le aggiunte successive tenevano conto delle curve di livello del sito, della morfologia e di altre particolarità. Entrambi questi modelli, la città ippodamea a scacchiera e quella spontanea a matrice geometrica complessa e non lineare, sono sopravvissuti e sono tuttora in essere (tutte le città di fondazione fino a Manhattan, ecc.) La città è associata alla civiltà nel senso che la civiltà si sviluppa essenzialmente nella città. La città è luogo di scambi, incontri, momenti di crescita. Infatti, entrambe le parole hanno la stessa etimologia, "civ". Le piazze sono i luoghi dove le persone si incontrano per discutere di politica, commercio, vita cittadina, filosofia, arte, cultura, religione. Ogni città ha un fondatore (reale o immaginario, un eroe

Fig. 4. Pianta di Mileto.



Fig. 4a. Dettaglio della pianta di Mileto.

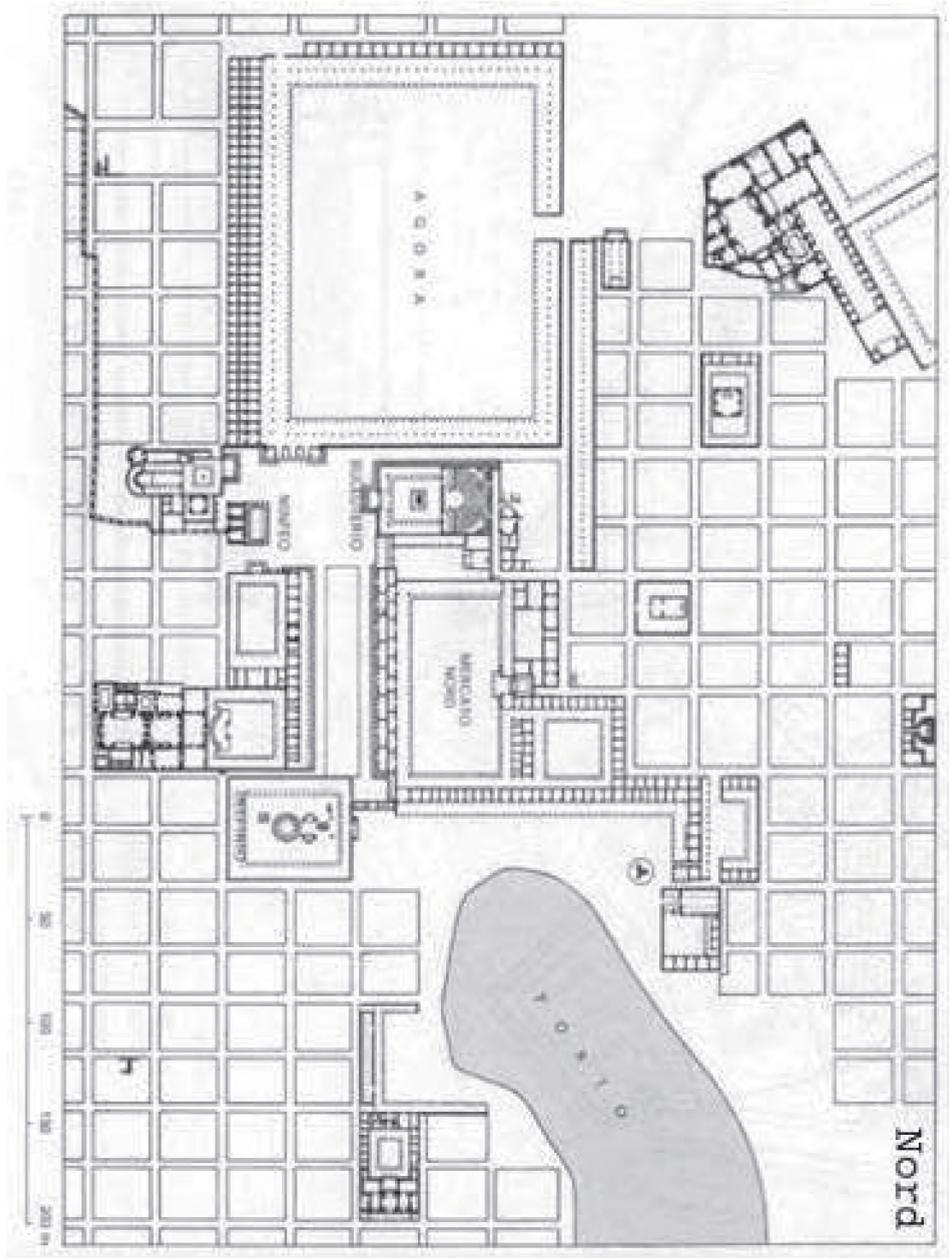


Fig. 5. Foto aerea di Marrakesh.



o un santo) con luoghi che lo ricordano. La città mediterranea è una città di spazi pubblici dalla dimensione collettiva diversa dalla dimensione privata e intima della casa, luogo di riposo, chiuso e privato. Rispetto al “vuoto” della campagna, spazio aperto, luogo di lavoro e di natura, lo spazio urbano è anche uno spazio di azione senza lavoro: un luogo di rituali e di feste, di gesti e performance, di piacere e di gioco. Tutte le antiche città del Mediterraneo avevano e hanno:

- un centro urbano (allo stesso tempo politico e/o religioso);
- una murazione difensiva sul perimetro esterno che le separava nettamente dalla campagna e le poneva sotto la protezione divina sempre richiamata nelle porte di accesso alla città;
- una pianta identificabile dove le strade si incrociavano;
- assi di sviluppo;
- reti stradali che si estendevano dalle porte della città alla campagna, al deserto, al mare o ad altre città;
- un orientamento dei propri luoghi di culto e la direzione verso cui pregare.

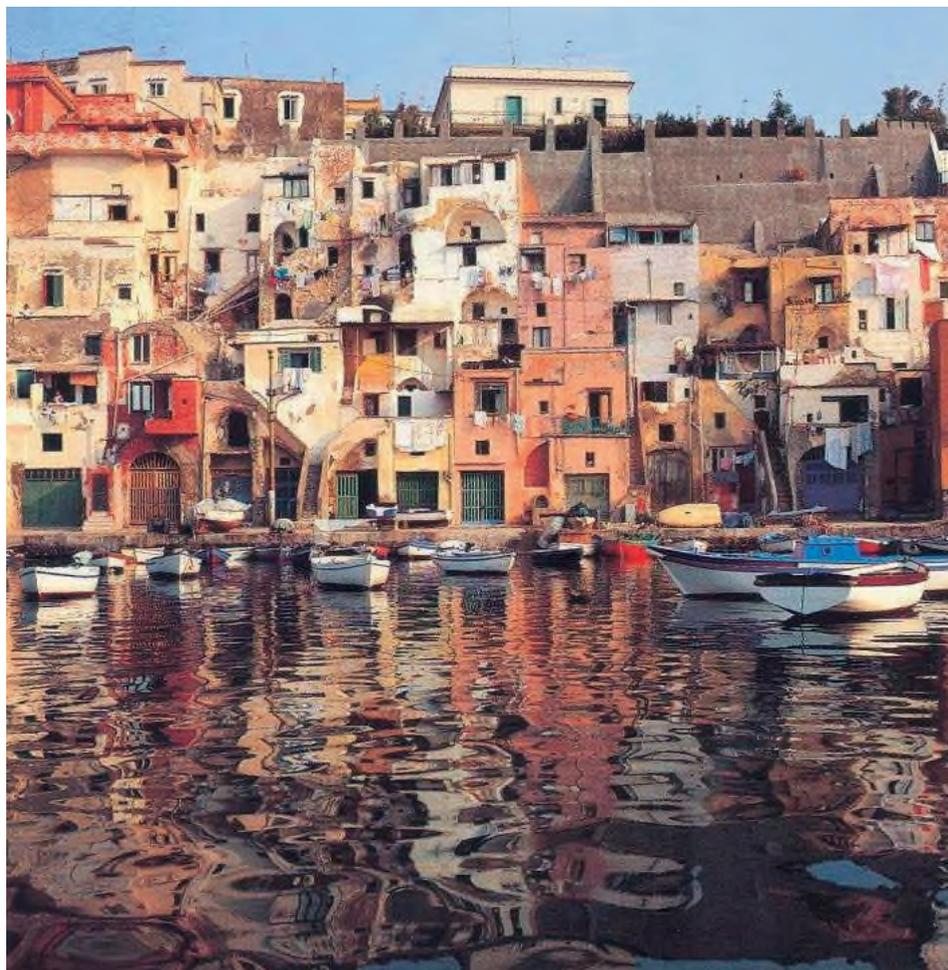
Il significato e la realtà di ogni città si basava su un sistema di luoghi e di punti di riferimento. Vicoli, strade e piazze creavano e creano aree di piacere: la gente cammina, chiacchiera e si incontra. La città impone il suo ritmo che non è il ritmo monotono e regolare del lavoro e della fatica, ma il ritmo discontinuo del silenzio e delle parole. Secondo Émile Durkheim, è un tempo di incontro, un tempo di attività non economiche, ma ugualmente utili e importanti nella vita della singola persona e della collettività.

I viaggiatori stranieri nel Mediterraneo

L'architettura del Mediterraneo è stata anche letta, vista, studiata e interpretata come modo per trovare valori eterni, fuori dal tempo, essenzialmente grazie alla cultura mitteleuropea e tedesca in particolare, anche essa erede del *Grand Tour* lungo la cui scia incessantemente si muoveva nel corso del XVIII e XIX secolo. Infatti, se lo scopo principale di questo viaggio di iniziazione era la scoperta *de visu* dell'architettura classica, è anche vero che, dopo aver visitato Roma, i viaggiatori stranieri si recavano sempre più spesso nel Sud Italia per vedere i resti di Pompei ed Ercolano o i templi dorici a Paestum e in Sicilia. Ma in tutto ciò essi si imbattevano anche nell'"architettura minore", l'architettura senza architetti, quella semplice ed essenziale della gente comune, dei contadini, dei pescatori (fig. 6), influenzati in tali scelte dalla loro cultura e soprattutto dall'estetica del "pittoresco". È anche vero che questi viaggiatori avevano un approccio completamente diverso... mitteleuropeo e anglosassone, di ispirazione romantica. Amavano l'architettura spontanea e prediligevano i tratti di "verità" degli edifici e dei manufatti non toccati dalla cultura aulica. L'Egeo, Santorini, Positano e la Costiera Amalfitana, i piccoli insediamenti della Puglia, Ostuni, Alberobello, Cisternino, Martina Franca, ecc., erano le mete e le tappe preferite.

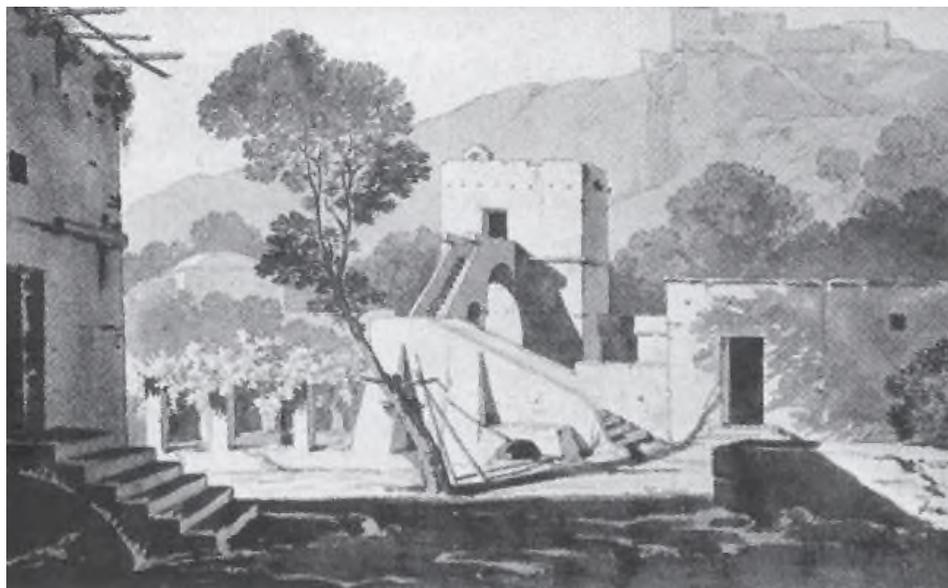
Uno dei primi a scoprire la bellezza "anonima" dell'architettura italiana fu Karl Friedrich Schinkel durante il suo primo viaggio in Italia nel 1803-1804. Mentre osservava e disegnava le rovine romane – secondo la consueta tradizione dell'*Italienische Reise* – rimase affascinato anche dagli edifici rurali della campagna romana e da quelli dell'isola di Capri e della Sicilia (fig. 7). Alcuni dei meravigliosi disegni, tra gli oltre 400 da lui redatti durante il suo soggiorno italiano, illustrano chiaramente i suoi tentativi di apprendere i loro segreti formali e di studiare i principi costruttivi adottati da queste architetture "senza architetti". Voleva capire l'importanza degli aspetti funzionali e delle accorte variazioni volumetriche e di come essi si inserivano nel

Fig. 6. Procida, case di pescatori.



paesaggio. I tratti ricorrenti di queste architetture – volumi chiusi da scavare, chiarezza e purezza stereometrica, senso delle proporzioni e dei colori, effetti chiaroscurali di luci e ombre – una volta metabolizzati, furono poi trasformati in una nuova architettura di livello culturale e intellettuale superiore. Circa cinquant'anni dopo, anche due maestri del Movimento Moderno ebbero esperienze in tal senso: Joseph Maria Olbrich e Josef Hoffmann. Il primo visitò l'Italia nel 1894 e viaggiò anche in Tunisia. Nel corso dei suoi viaggi fece molti schizzi dell'architettura della costa nordafricana. Mentre era in Campania, Olbrich scrisse con entusiasmo al suo amico Hoffmann quello

Fig. 7. Karl Friedrich Schinkel: case rurali, Capri.



che aveva visto. Quest'ultimo seguì le sue orme quando intraprese il proprio viaggio nell'autunno del 1895. Anche in questo caso, l'architetto austriaco sembrò concentrarsi più sull'architettura costiera e insulare della Campania che sui numerosi e pur notevoli siti archeologici da lui visitati e lasciandoci un numero incredibile di disegni intensamente significativi. Nello studio analitico di queste architetture e nei loro schizzi e appunti emerge un forte chiaroscuro, quasi a riprodurre la luce accecante in cui esse erano immerse, e con la massima precisione possibile. Raffigurava geometricamente le masse come solidi elementari (figg. 8, 9).

Le opere viennesi realizzate dopo il suo viaggio in Italia, la semplicità e la nitidezza dei volumi divennero fattori peculiari delle sue architetture. Anche se con approccio e forma mentis diversi, questa affezione per l'architettura spontanea era condivisa da un altro protagonista dell'architettura viennese contemporanea, il suo coetaneo e maestro del Protorazionalismo: Adolf Loos.

Fig. 8. Uno scorcio di Pozzuoli disegnato da Josef Hoffmann

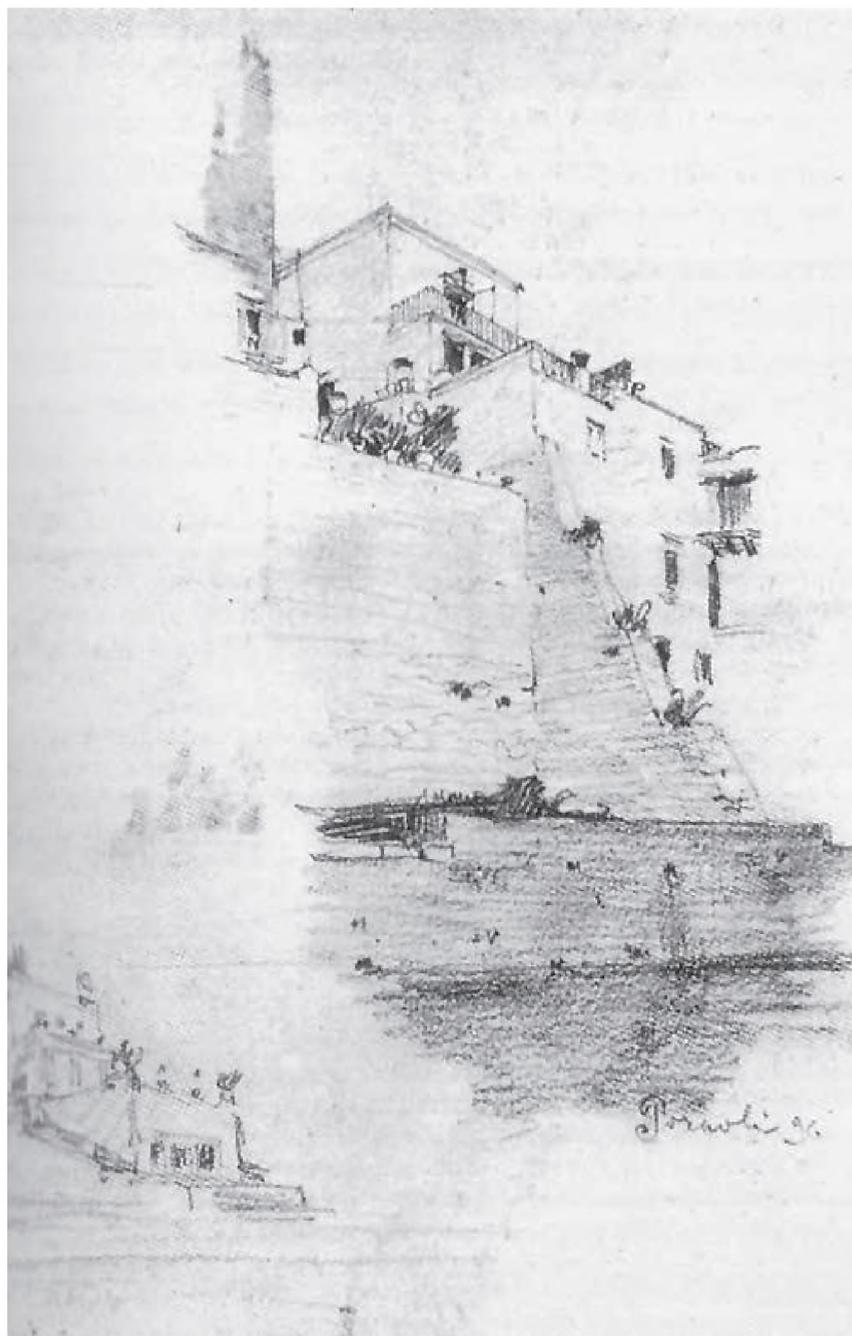
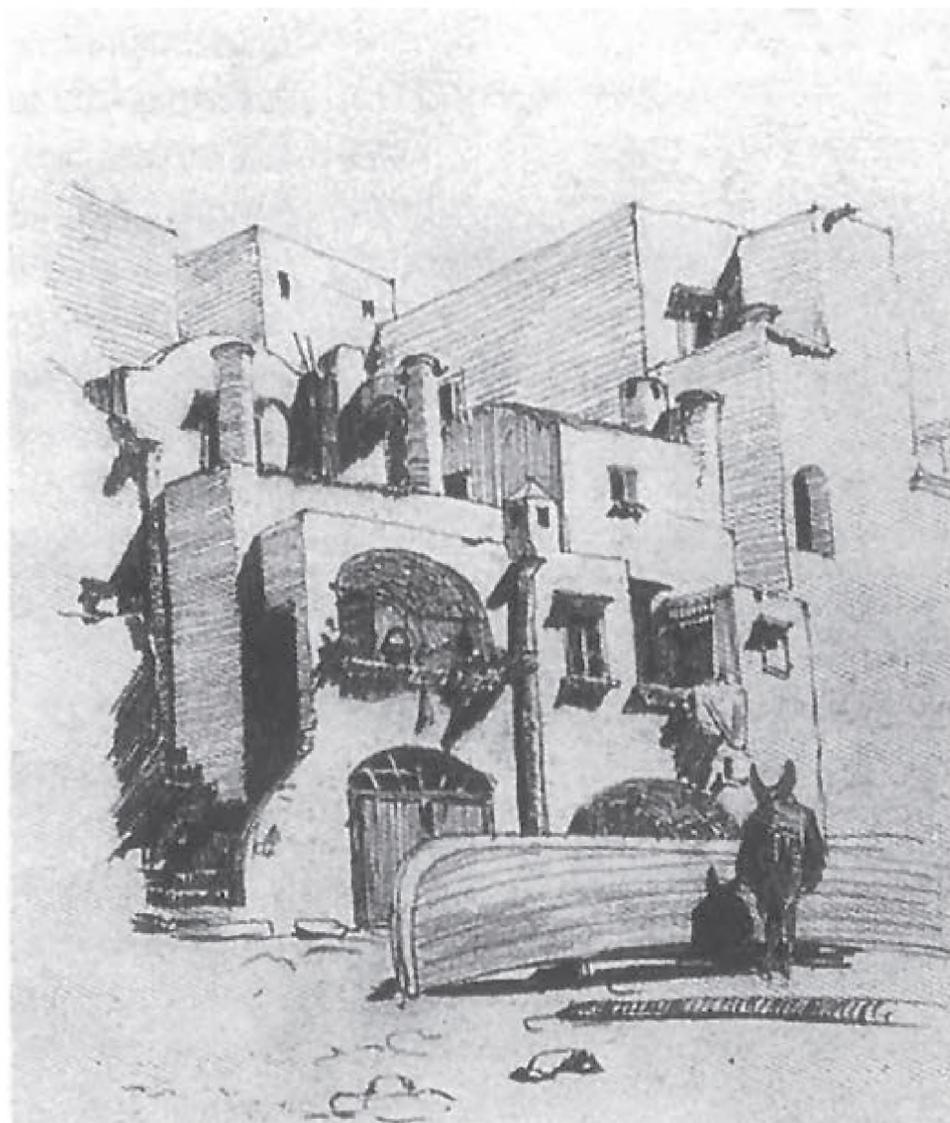


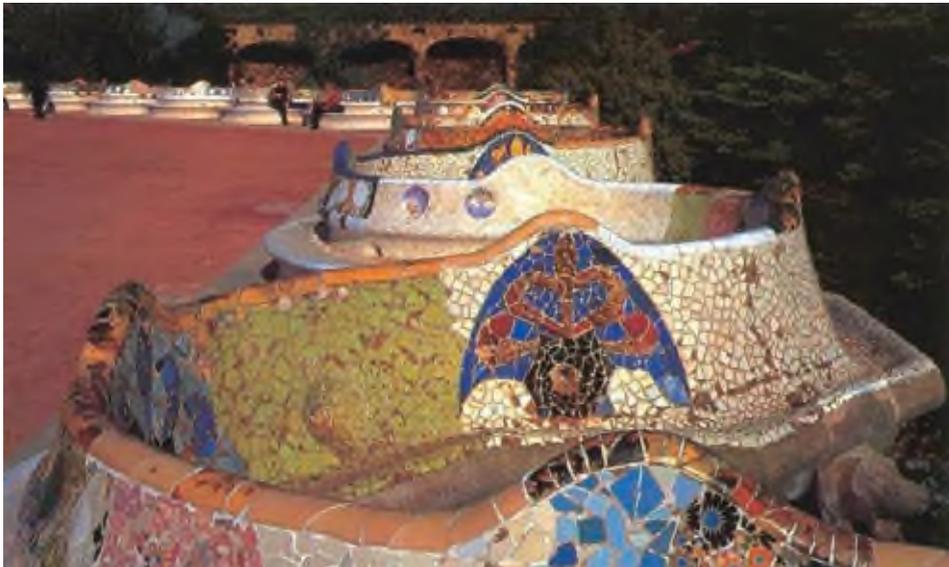
Fig. 9. Abitazioni di Capri disegnate da Josef Hoffmann.



Anton Gaudì e il Parco Guell (1900-1926)

Nell'arco di diversi secoli la cultura araba, con le sue forme e i suoi stili, si era diffusa a macchia d'olio in tutto il basso Mediterraneo: Spagna meridionale (Andalusia), Marocco, Tunisia, Sicilia e tutta l'Italia meridionale, fino alla Costiera Amalfitana. I temi ricorrenti e dominanti furono i colori vivaci, gli archi a ogiva intrecciati, le strutture sporgenti dalle pareti, la luce, le ombre e l'acqua. Direttamente influenzato dall'arte e dall'architettura islamica, Gaudì ebbe il merito di aver avviato un profondo e significativo dialogo tra Occidente e Oriente attraverso la varietà dei motivi decorativi, i colori brillanti e le sfumature di luce. Il dialogo tra Gaudì e la tradizione islamica fu molto intenso, soprattutto nell'edificio e nel Parco Guell (fig. 10). L'eredità storica venne profondamente reinterpretata da Gaudì con la sua mentalità moderna, con la sapienza strutturale e tecnologica. Alle abilità di un audace ingegnere strutturista associava la sensibilità compositiva e cromatica di un artista, contemporaneo dei fauves e degli espressionisti. Le sue ultime opere in particolare testimoniano una qualità primordiale influenzata dalla sua conoscenza dell'architettura africana primitiva e dell'architettura maghrebina minore. Gaudì portò all'estremo lo stile plastico delle forme morbide delle superfici tipiche delle moschee in terra battuta del Sudan occidentale e le fonti

Fig. 10. Anton Gaudì, Parco Guell a Barcellona (1900-1926).



della sua ispirazione per questo stile primitivo sono chiaramente rintracciabili nella Sagrada Familia e nella Casa Milà a Barcellona.

Adolf Loos

Adolf Loos reinterpretò il classicismo di Schinkel dichiarandosi erede e allievo. A partire dal 1906, Loos visitò spesso l'Italia e rimase affascinato dalle tradizioni mediterranee anche se continuava tuttavia a privilegiare l'eredità delle costruzioni romane, come lui stesso affermava nel suo libro *Architektur* del 1910:

La nostra civiltà si basa sul fatto che riconosciamo l'inaccessibile grandezza dell'antichità classica. Abbiamo ereditato dai Romani la tecnica della nostra filosofia e i nostri sentimenti. Ci rivolgiamo ai Romani per la nostra coscienza sociale e la disciplina della nostra anima. Non c'è da stupirsi che i Romani non siano stati capaci di inventare un nuovo ordine di colonne. Erano già troppo avanzati per farlo. Hanno preso tutto questo dai Greci e l'hanno usato a loro vantaggio. I Greci erano individualisti. Ogni edificio doveva avere la propria modanatura, il proprio ornamento. Invece i romani erano più sociali. I Greci non erano nemmeno in grado di governare le loro città, i Romani governavano su tutta la terra. I Greci sprecavano la loro energia creativa negli ordini delle colonne, i romani usavano le loro per progettare gli edifici. Chi risolve i problemi cruciali del progetto non ha tempo per le modanature.

Le abitazioni private furono tra le opere più "mediterranee" progettate da Loos: Villa Scheu (1912; Fig. 11), Villa Moller (1928), Casa Muller (1930), Villa Winternitz (1931-1932), Villa Moissi, solo progetto, al Lido di Venezia (1932). La tipologia, il carattere, l'articolazione e la forma rivelavano chiaramente le loro originali reinterpretazioni di alcuni dei tratti distintivi delle case mediterranee. La stereometria dei volumi e il trattamento delle pareti intonacate e imbiancate ispirava le composizioni architettoniche. Da tutto quanto sopra riportato emergeva quanto la cultura architettonica europeo-tedesca considerasse le architetture spontanee del Mediterraneo come esempi stimolanti, e le loro caratteristiche regionaliste e locali come valore culturale ed estetico aggiunto tale da consentirne l'uso altrove. Questo fenomeno fu fortemente influenzato dall'immaginazione e ricollegato al mito: ancora una volta la reincarnazione della "cultura classica" avvenne nelle case dell'isola di Capri, di Ischia, della Costiera Amalfitana, di luoghi e contesti della Puglia e della Sicilia.

Fig. 11. Villa Scheu (1912) di Adolf Loos.



Un altro aspetto straordinariamente interessante di questa tematica furono gli scritti e le architetture di Le Corbusier che influenzarono molto i razionalisti italiani; tra queste i rilievi di prima mano e le teorie sul Partenone e gli elementi architettonici all'interno della Casa del Noce a Pompei che Le Corbusier pubblicò nel suo libro *Vers une Architecture* nel capitolo *Architettura II. L'illusione dei piani*, già descritto nel suo libro *Voyage d'Orient* (1911). Di grande interesse furono le riflessioni di Le Corbusier sull'importanza compositiva degli assi nell'elaborazione dello spazio nel Foro di Pompei, nella Casa del Poeta Tragico e nella Casa del Noce (fig. 12). Pompei è sempre stata un "luogo di apprendimento" grazie alla dimensione umana di ogni piccolo pezzo della sua architettura e del suo impianto urbano. Non è una città monotona perché ogni sua parte soddisfa le esigenze della vita privata e comunitaria dei suoi abitanti. Ciò che è ancora più significativo è che in alcuni testi sacri dell'architettura moderna si è cercato di interpretare l'architettura antica e che quest'ultima abbia fornito quelle che potevano, in una certa misura, essere considerate soluzioni "eterno" all'organizzazione dello spazio e ai principi compositivi e formali. Ciò significa che l'architettura antica era implicitamente considerata un "linguaggio vivo" ancora capace di stimolare e ispirare l'architetto moderno. In generale per i pionieri del Movimento Moderno, il riferimento alle tradizioni extraeuropee – soprattutto giapponesi e islamiche – rappresentò un importante stimolo creativo verso l'operazione di azzeramento culturale, sconfiggendo il classicismo accademico e l'eclettismo ottocentesco e avviando la ricerca anche verso l'uso di nuovi strumenti e tecnologie innovative. Basandosi sui suoi viaggi nel Mediterraneo dei primi anni Cinquanta che preludono alla sua personale ricerca sul tema del sacro – la Chiesa di Ronchamp e il Convento de La Tourette – Le Corbusier considerò la memoria storica come il lievito emotivo con cui dare vita e plasmare la forma dell'architettura. Le Corbusier fece proprie e reinterpretò in chiave molto originale le tradizioni europee, il rigore dell'architettura romanica, la magia della luce bizantina, il plasticismo maghrebino, la complessità spaziale e le strutture labirintiche delle città islamiche e sempre si definì con orgoglio "uomo del Mediterraneo" (fig.13).

Fig. 12. Le Corbusier schizzo di Casa del Noce a Pompei (1911).

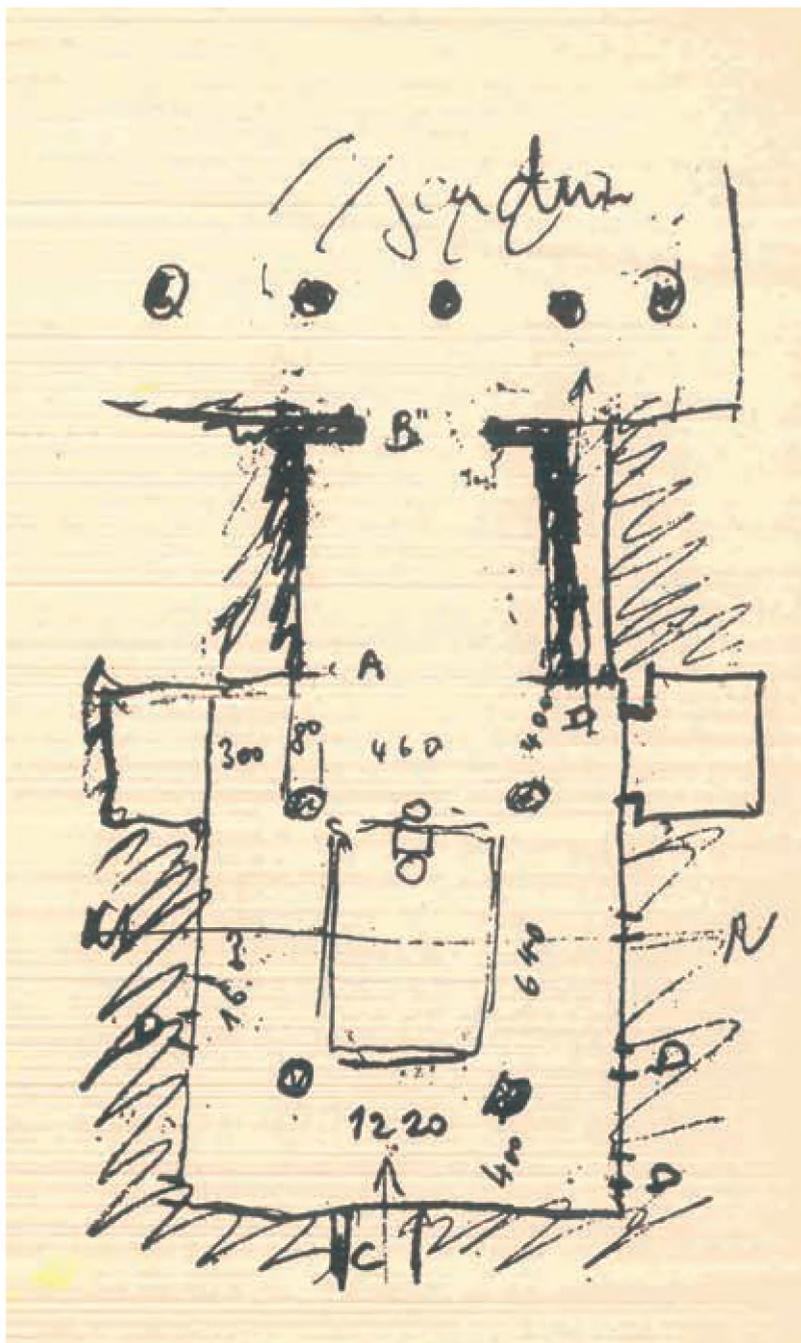


Fig. 13. Le Corbusier nel mare di Cap Martin in Costa Azzurra.

*Le Corbusier nelle
acque di Cap Martin,
luglio 1965.*

*«Nel corso degli anni,
sono diventato un
cittadino del mondo.
Ho viaggiato attraverso
i continenti. Ma non ho
che un legame profondo:
il Mediterraneo. Io mi
sento mediterraneo,
profondamente.
Mediterraneo, regno di
forme e di luce. La luce
e lo spazio. [...] I miei
referenti, le mie
sorgenti, bisogna
trovarle nel mare, che
non ho mai cessato di
amare. La montagna,
l'ho senza dubbio
gustata nella mia
adolescenza. Mio padre
l'amava troppo. Essa
è sempre presente.
Pesante, asfissiante.
E per di più è
monotona. Il mare
è movimento, orizzonte
senza fine».*
*Le Corbusier si spense,
a seguito di una crisi
cardiaca durante un
bagno nelle acque di
Cap Martin, alle ore
11.00 del 27 agosto 1965.*



Giuseppe Terragni e la Casa del Fascio a Como (1932-1936)

Tra le due Guerre mondiali nei modelli della nuova architettura europea si trovano elementi dell'architettura mediterranea metabolizzati, fatti propri, sublimati. Grazie agli architetti "moderni" mitteleuropei, l'architettura italiana riscoprì la propria eredità, una riscoperta che però avvenne soprattutto grazie ai giovani architetti razionalisti. La Casa del Fascio rappresentò il miglior contributo dell'Italia al Movimento Moderno e al Razionalismo. Giuseppe Terragni, leader e poeta del Razionalismo italiano, scelse una disposizione delle masse dai rapporti precisi poi frammentate in altri volumi in base a una scansione controllata e armonica. La struttura in cemento armato assume una qualità emotivamente carica e la griglia spaziale conferisce unità all'opera distribuendo liberamente le parti funzionali. La struttura sublime e rarefatta è l'elemento principale tra gli spazi interni creati organicamente e lo spazio esterno che si dà in continuità (fig. 14).

Fig. 14. Giuseppe Terragni, Casa del Fascio a Como (1932-1936).



La Casa Malaparte a Capri (1938)

Adalberto Libera progettò la Casa Malaparte per lo scrittore Curzio Malaparte, ma controversa è la paternità. Certamente la soluzione finale costruita viene attribuita prevalentemente al committente. La casa – un'estensione del paesaggio circostante – fu costruita a Capri nel 1938, in difformità dalla licenza edilizia rilasciata dal podestà di Capri per la costruzione di una cisterna per l'acqua piovana. Gli enormi gradini in pendenza e il solarium in copertura costituiscono la parte finale di un lungo e tortuoso sentiero costiero e la fine di una ripida e stretta scalinata. Per analogia, Casa Malaparte contiene altri ricordi: il soggiorno obbligato dello scrittore antifascista sull'isola di Lipari, in particolare i suoi ricordi della chiesa dell'Annunziata. All'esterno la casa è compatta e stereometrica, chiusa in sé, poco accogliente e confortevole, certamente “non graziosa”. Rifiuta qualsiasi funzione o dettaglio effimero. È un allungamento artificiale del sito, la forma espressiva di un insediamento primitivo. La casa si trova “sotto”, riempiendo lo spazio vuoto tra il solaio principale e il sottostante profilo naturale delle rocce. Il collegamento tra Casa Malaparte e la vicina Villa Iovis, la villa dell'imperatore Tiberio, è molto sottile. A parte il fatto che entrambe mancano di funzione, di decorazione e, in una certa misura, di struttura, ciò che queste architetture hanno in comune è una pianta dell'opera che si concentra essenzialmente su elementi connettivi e distributivi piuttosto che sugli spazi abitativi della casa. Ci sono tre piani sotto i gradini in pendenza, poi due e poi, alla fine, un solo piano: le zone giorno sono al piano principale, le camere per gli ospiti a quello intermedio e alcune delle aree di servizio al piano inferiore. La scala esterna a gradini e il solarium costituiscono un unico elemento. Non vi è alcuna ringhiera o parapetto di protezione, a testimonianza del coraggio e della audacia nel costruire in questo luogo estremo, selvaggio, solitario, a strapiombo sul mare (fig. 15).

Fig. 15. *La Casa Malaparte a Capri (1938).*



Paolo Soleri e la Fabbrica di ceramiche Solimene a Vietri sul Mare (Salerno)
(1952-1954)

Dopo aver lasciato Taliesin West, estromesso da Frank Lloyd Wright per incompatibilità caratteriali, nell'estate del 1948, Paolo Soleri iniziò un lungo peregrinare per l'Italia a bordo di un piccolo autobus, trasformato ed utilizzato come casa mobile-studio, una sorta di progenitore di un rudimentale camper. Una delle sue tappe fu Vietri sul Mare, all'inizio della Costiera Amalfitana venendo da Salerno, per imparare l'antica arte della ceramica. Qui conobbe un giovane e bravo ceramista, Vincenzo Solimene, che da poco si era messo in proprio. Fu tale la reciproca empatia che quest'ultimo gli commissionò il progetto della sua fabbrica, ritirando un progetto già presentato al Comune a firma di un geometra locale. Paolo Soleri realizzò un capolavoro, peraltro l'unica sua opera in Italia. In costiera tutto avviene in verticale o lungo una direttrice obliqua, così anche il ciclo di lavorazione della ceramica. In un lotto a pianta pressoché irregolare progettò un vaso spaziale dominato da una rampa ellittica sostenuta da una "foresta pietrificata di alberi in cemento armato". All'esterno coni capovolti configurano

la facciata rivestita di vasi di terracotta smaltata di colore verde. La luce intensa sulle pareti in diversi momenti della giornata le fa brillare con una moltitudine di effetti chiaroscurali e colori cromatici senza eguali. I coni capovolti sono elementi strutturali portanti uniti tra di loro da alte vetrate triangolari attraverso le quali i maestri ceramisti, mentre lavorano, guardano all'esterno il paesaggio e il mare blu (fig. 16). L'opera fu concepita con lo stesso principio arcaico dell'oggetto che vi si produce: la crescita circolare del vaso sul tornio. L'ispirazione è al Guggenheim Museum di New York e al piccolo Anderton Court Building, opere di Wright alle quali Paolo Soleri aveva lavorato come collaboratore.

Fig. 16. La Fabbrica di ceramiche Solimene a Vietri sul Mare (Salerno) di Paolo Soleri (1952-1954).



Alvaro Siza Vieira e il Museo d'Arte Contemporanea di Santiago de Compostela in Spagna (1988-1993)

L'incredibile fascino che esercitano le architetture di Alvaro Siza deriva dal supremo equilibrio che egli riesce a raggiungere nella dialettica progettuale

tra l'arte e la scienza del costruire e altri ambiti della cultura umanista, ossia natura e arte da un lato, storia e tecnica dall'altro. Il rispetto per la natura è la prima regola esplicitamente scelta come guida al progetto, una scelta in netto contrasto con la prevalente indifferenza verso il luogo che invece caratterizza tanta progettazione contemporanea. Siza ha progettato anche i luoghi delle sue architetture. Infatti i suoi edifici non sono stati semplicemente collocati nell'ambiente che vi ha trovato. Li ha progettati e ha affrontato la dialettica tra regionalismo e internazionalismo. Da allora, come un equilibrista, ha cercato ostinatamente di camminare su una corda tesa tra questi due estremi senza mai perdere la calma e l'equilibrio. Le sue opere non sono macchiate dal tradizionalismo folcloristico o dal globalismo senza radici. Kenneth Frampton considera l'architettura di Siza un paradigma di Regionalismo Critico: nel Museo d'Arte Contemporanea di Santiago de Compostela in Spagna (1988-1993), il sito, le esigenze funzionali e il rapporto tra interno ed esterno creano la disposizione delle masse intorno ai due corpi di fabbrica ruotati tra di loro di 21 gradi. Il granito galiziano utilizzato in ossequio alle tradizioni portoghesi rende l'edificio nobile e imponente. La *texture* perfetta e regolare sottolinea il valore tridimensionale dei volumi che si aprono in luoghi attentamente scelti. Questo permette a Siza di tagliare i prismi volumetrici giocando con la percezione visiva dell'apparente peso (fig. 17).

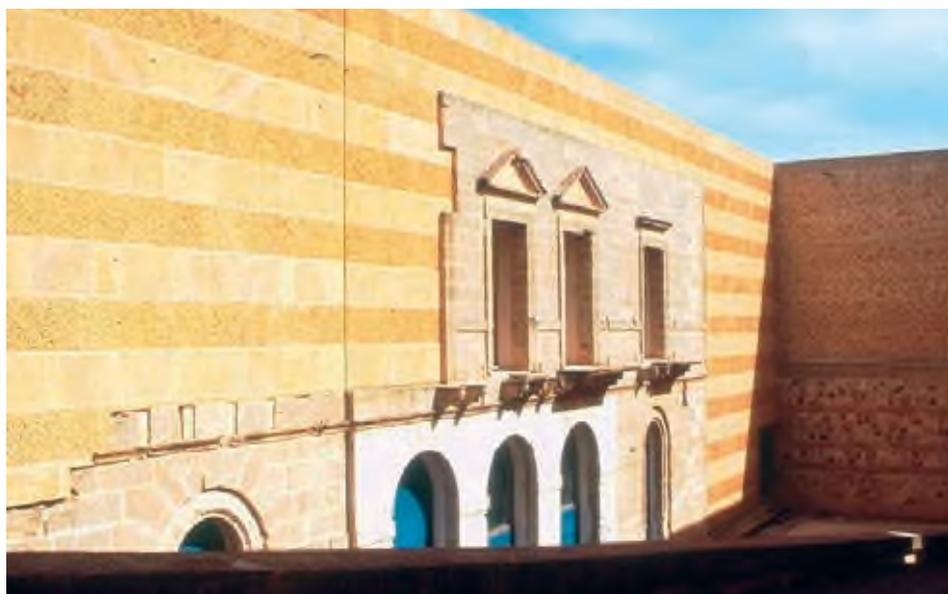
Fig. 17. Alvaro Siza Vieira e il Museo d'Arte Contemporanea di Santiago de Compostela in Spagna (1988-1993).



Francesco Venezia e il Museo della nuova città di Gibellina (1980-1987)

Il Museo di Gibellina è stato costruito attorno alla facciata del Palazzo di Lorenzo, nel centro della piccola città siciliana distrutta dal terremoto. La facciata è stata ricostruita pietra su pietra con la tecnica dell'anastilosi. Fuori dalla città, l'edificio intesse il suo rapporto speciale con le rovine in un cortile interno allungato, chiuso su tre lati da mura e da uno stretto edificio sul quarto lato verso le dolci colline coltivate a vigneti. Al cortile si accede attraverso un viale nascosto e murato che costeggia un giardino concepito come un prolungamento del pendio della collina. Le antiche rovine si trovano accanto alla facciata interna dell'edificio con una attenzione particolare prestata alla luce del sole che nelle prime ore del mattino illumina il cortile attraverso aperture giustapposte. Si crea così una coreografia di ombre che conducono il visitatore in un viaggio misterioso e affascinante. Dal giardino, un'unica finestra, come un gigantesco strumento ottico, al centro della lunga parete, lascia intravedere il paesaggio attraverso un balcone vuoto della facciata precedente e il corrispondente sulla parete opposta. Questa architettura è intrisa di una dimensione emozionale oltre che teorica; racconta una storia, trasmette un senso di scoperta, avvolge il tutto in una dimensione metafisica (fig. 18).

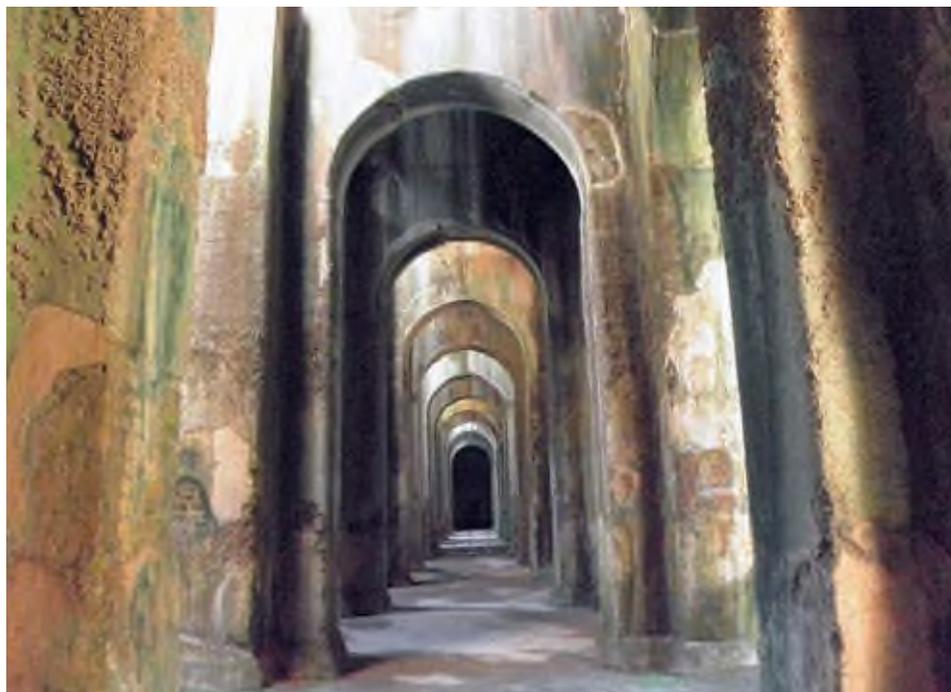
Fig. 18. Francesco Venezia e il Museo della nuova città di Gibellina (1980-1987).



Gli archetipi del Mediterraneo fuori dal tempo: La Piscina Mirabilis a Baia (I sec. d.C.) e l'Antro della Sibilla a Cuma (VII-VI sec. a.C.)

Scoprire le radici dell'architettura nel Mediterraneo significa concentrarsi sul momento in cui l'architettura ha trasferito i rapporti materiali dall'ordine naturale al regno dell'arte attraverso una idea di trasformazione che intercorre tra la cava e l'edificio, tra la preesistenza e la costruzione, tra la natura e l'architettura. Compito dell'architettura è quello di rivelare l'arcano e i segreti della natura e di dare vita e ordine alla materia inerte, un percorso che porta dalle tenebre alla luce e stabilisce un legame tra l'ordine naturale e l'ordine artificiale. Qualche considerazione conclusiva viene poi riservata a due "architetture della natura" molto antiche, ma allo stesso tempo molto moderne, fuori dal tempo: la Piscina Mirabilis a Baia e l'Antro della Sibilla a Cuma nell'area flegrea vicino Pozzuoli. La Piscina Mirabilis era una grandissima cisterna d'acqua scavata nel tufo, situata presso la base navale romana di Capo Miseno contenente circa 13.000 metri cubi d'acqua potabile per rifornire la flotta romana nel Mediterraneo. Offre al visitatore una spettacolare visione di archi, volte e 48 pilastri cruciformi in tufo disposti in serie prospettiche multiple. Si tratta di un magnifico spazio delle dimensioni di 26 m × 70 m, alto 12 metri. È il trionfo dell'architettura spaziale romana ipogea (fig. 19). L'Antro della Sibilla è un sito naturale scavato in un blocco monolitico di roccia tufacea rivolto verso il mare, a ovest, dove la Sibilla cumana prevedeva il futuro e veniva consultata prima di eventi e iniziative importanti che si svolgevano nell'antichità: viaggi, guerre, tregue e fondazioni di nuove città. Fu qui che la Sibilla predisse a Enea, in fuga da Troia, che avrebbe fondato Roma. È un corridoio costruito nel VI secolo a.C. dai Greci lungo 135 metri, largo 2,40 metri e alto 5 a sezione trapezoidale, illuminato da sei gallerie laterali che si affacciano sul mare. Fu scoperto nel 1932. Metà del criptoportico è stato realizzato dalla natura, l'altra metà dall'uomo. L'Antro della Sibilla è il luogo della mitologia e del mito, ma il suo senso dello spazio, della luce e dell'ombra ne fa anche un archetipo per tutta l'architettura del Mediterraneo (fig. 20). Per entrambe queste opere vale quanto al riguardo Louis Kahn sosteneva: «La luce del sole non conosceva se stessa fino a quando non ha colpito un muro». Allo stesso modo, le ombre sono complici della luce. Nella Piscina Mirabilis e nell'Antro della Sibilla "luogo, mito, memoria, funzione, struttura, forma, luce, ombra" sono inseparabili e sono diventate modello per molte altre architetture nel lungo corso della storia.

Fig. 19. La Piscina Mirabilis a Baia I sec. d.C.



Nel nostro mondo contemporaneo le regole del costruire oramai non coincidono più con le regole del comporre. Sofisticata tecnologia permettono di realizzare qualsiasi cosa, facendo sì che infinite siano le possibilità e le opportunità per chi progetta e per chi costruisce. Mode, tendenze affascinanti, seduzioni di ogni tipo insidiano e tentano da più parti. Le architetture antiche, moderne e contemporanee qui analizzate, di estremo rigore etico ed estetico, ammoniscono invece che il nostro lavoro di architetti impone di dare ordine, misure, proporzioni e geometrie al caos. Affascina l'idea di esplorare storicamente le diverse culture architettoniche per scoprire dove sono i loro punti di contatto, quelli di relazione e cercare di capire perché alcune di esse hanno radici comuni; forse anche perché in passato c'erano già stati innesti e incroci tra specie diverse. È ruolo di raro privilegio e responsabilità essere poi anche catalizzatore, raccogliitore e veicolo di saperi, valori e memorie proprio allo stesso modo con cui certi insetti e farfalle trasportano il polline di fiore in fiore, permettendo, con feconde ibridazioni a piante diverse, lontane l'una dall'altra, di produrre nuovi frutti.

Fig. 20. L'Antro della Sibilla a Cuma VII-VI sec. a.C.



Bibliografia

- Boesiger W. (a cura di), *Le Corbusier. Serie di Architettura*, Zanichelli, Bologna 1977.
- Bosel R., Zanchettin V. (a cura di), *Adolf Loos 1870-1933. Architettura, Utilità e Decoro*, Electa, Milano 2006.
- Braudel F., *Il Mediterraneo, lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani-Giunti, Firenze 2017.
- Do Douro E., *Alvaro Siza*, Figueirinhas ICEP, Porto 1999.
- Dubois M., Chiaramonte G., *Alvaro Siza. Dentro la città*, Motta Architettura, Milano 1996.
- Frampton K., *Storia dell'architettura moderna*, Zanichelli, Bologna 1993.
- Frediani G., *Paolo Soleri e Vietri*, Officina, Roma 2000.
- Gans D., *Le Corbusier. Guida completa*, Lidiarte, Berlin 1991.
- Gravagnuolo B., *Adolf Loos Teoria e Opere*, Idea Books, Viareggio 1981.
- Izzo A., Gubitosi C., *Le Corbusier. Disegni, Dessins, Drawings*, Officina, Roma 1978.
- Le Corbusier, *Il viaggio d'Oriente (Le Voyage d'Orient)*, Faenza Editrice, Faenza 1974.
- Id., *Quando le cattedrali erano bianche (viaggio nel paese dei timidi – anche oggi il mondo comincia)*, Faenza Editrice, Faenza 1975.
- Lima A.I., *Soleri. Architettura come ecologia umana*, Jaca Book, Milano 2000.
- Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, Istituto Poligrafico dello Stato-Libreria dello Stato, Roma 1970.
- Moneo R., *L'altra modernità. Considerazioni sul futuro dell'architettura*, Marinotti, Milano 2012.
- Norberg-Schulz C., *Significato nell'Architettura Occidentale*, Electa, Milano 1974.
- Pisani M., *L'architettura del tempo presente. Dagli anni Settanta all'esordio del nuovo millennio*, Libria, Melfi 2007.
- Quilici V., *Adalberto Libera, L'Architettura come ideale*, Officina, Roma 1981.
- Ryan K. (a cura di), *Paolo Soleri. Itinerario di Architettura. Antologia dagli scritti*, Jaca Book, Milano 2003.
- Santangelo M. (a cura di), *Alvaro Siza e Napoli*, Electa, Napoli 2004.
- Schinkel K.F., *Reisen Nach Italien*, Rütten & Loening, Berlin 1979.
- Schumecher T., *Giuseppe Terragni 1904-1943*, Electa, Milano 1993.
- Suatoni S. (a cura di), *Soleri. Etica e Invenzione Urbana*, Jaca Book, Milano 2005.
- Zevi B. (a cura di), *Omaggio a Terragni*, Etas Kompass, Milano 1968.
- Id., *Giuseppe Terragni*, Zanichelli, Bologna 1980.

Gli autori

ENRICO DASSORI, architetto, Ordinario di Architettura Tecnica. Insegna nei Corsi di Laurea in Scienze dell'Architettura e Ingegneria Civile Ambientale. Dal 2015 al 2018 Direttore del Dipartimento Architettura e Design. È stato membro del CEN e Presidente del Collegio Tecnici Industrializzazione Edilizia (CTE). Nel 1988 è stato tra i fondatori dell'Istituto Certificazione Marchio Qualità per le costruzioni (ICMQ), di cui è attualmente Presidente.

ELISA DI GIUSEPPE è ricercatrice universitaria presso il dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura dell'Università Politecnica delle Marche dal 2018. Svolge ricerche nell'ambito della valutazione e ottimizzazione della prestazione energetica, ambientale ed economica di edifici e delle prestazioni di componenti edili dal punto di vista termo-igrometrico e della durabilità. È autrice o coautrice di oltre cento pubblicazioni su queste tematiche, tra cui monografie nazionali ed internazionali, articoli in riviste, contributi in volumi e in atti di convegno. Partecipa a gruppi di lavoro in numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali, e collabora con aziende e associazioni nazionali di produttori di componenti edili.

MARCO D'ORAZIO, Ordinario di Architettura Tecnica e attualmente pro-Rettore dell'Università Politecnica delle Marche. Ha all'attivo più di 300 pubblicazioni sui temi del miglioramento ambientale degli edifici e sulla sostenibilità nel settore delle costruzioni. Ha all'attivo diversi progetti di ricerca europei e nazionali su questi temi e partecipa attivamente, anche in qualità di coordinatore a commissioni.

MARIA CARMELA FRATE, architetta, si è laureata a Napoli presso l'Università Federico II dove ha conseguito anche il PhD. Si occupa prevalentemente di progettazione e direzione dei lavori nel campo del restauro dei beni architettonici monumentali e

nel campo del recupero del patrimonio architettonico con valenza storica. Ha svolto attività di didattica nel laboratorio di Storia dell'Architettura e nel Laboratorio di Progettazione Urbanistica all'interno del corso di Laurea Ingegneria Edile/Architettura presso l'Università di Perugia. Ha condotto attività di formazione e aggiornamento post-laurea, coordinando vari corsi tra cui "Esperto nella progettazione sociale, economica e ambientale dei Centri Storici minori", e "Recupero energetico-ambientale del patrimonio edilizio esistente" (2 edizioni). Ha al suo attivo numerose pubblicazioni, sia come opere monografiche che come saggi in volumi e riviste.

Vive e lavora a Perugia.

MARIO LOSASSO, architetto, è professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II. Attualmente è Presidente della SITdA, Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura e, presso il MUR - Ministero dell'Università e della Ricerca, è Componente della Commissione di esperti per il PNR Programma Nazionale per la Ricerca 2021-2027. Per l'Ateneo Federico II di Napoli è Delegato del Rettore all'Edilizia ed è Delegato per le Relazioni Esterne della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, nonché Coordinatore del Master di II livello "PRO-INN - Progettazione e riqualificazione architettonica, urbana e ambientale con l'utilizzo di tecnologie innovative" presso il Dipartimento di Architettura. I principali ambiti di ricerca riguardano la progettazione ambientale, il retrofit tecnologico e i processi di riqualificazione urbana, edilizia e degli spazi pubblici per l'adattamento e la mitigazione climatica.

GIULIA MARINO, laureata in architettura all'Università di Firenze, scuola di specializzazione all'Université de Genève, dottore di ricerca all'École Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). È attualmente Professore associato all'Université catholique de Louvain, LOCI Bruxelles, e ricercatrice al laboratory of Techniques and Preservation of Modern Architecture de l'EPFL. Si occupa di storia delle tecniche costruttive e degli impianti del XX secolo e di restauro del moderno. È autrice di numerose pubblicazioni su questi temi, tra le quali si citano il libro sul restauro della cité du Lignon à Ginevra (Infolio, 2012 ; premio Europa Nostra 2013), le monografie sulla Buvette di Évian di Jean Prouvé (Infolio, 2018) e sull'appartamento-atelier di Le Corbusier a Parigi (PPUR, 2017), e il volume *Building Environment and Interior Comfort in 20th - Century Architecture: Understanding Issues and Developing Conservation Strategies* (PPUR, 2016). È vice-presidente di DoCoMoMo Switzerland e membro di ICOMOS Svizzera.

RENATA MORBIDUCCI, architetto, dottore di ricerca in Ingegneria delle Strutture. Professore Ordinario di Architettura Tecnica e docente per Corsi di Dottorato, di Master

e di Ingegneria e Architettura. È Membro dell'O.N.G. RINGO, Delegaz. COP-UN-FCCC. È Responsabile Scientifico di Progetti Internazionali e Nazionali. Ha svolto attività di ricerca presso la University of Colorado (Boulder) e la Northwestern University (Evanston-Chicago) ed è stata docente presso la Florida International University (FIU). È tra i fondatori della Collana Editoriale "Sustainable Design and Construction", GUP.

MARIO PISANI, architetto ha insegnato Storia dell'Architettura e Storia del Giardino e del Paesaggio all'Università della Campania dal 1990 al 2018. Professore all'Accademia Internazionale di Architettura IAA di Sofia e Visiting Professor alla Facoltà di Architettura a Msida, Malta; ad Amman, in Giordania; a Iasi, in Romania; ad Hangzhou, in Cina; a Malaga, in Spagna; a Novi Sad, Serbia; a Parigi, in Francia, a Bogotà, in Colombia. Membro di giurie nazionali e internazionali in numerosi concorsi ha collaborato con il C.N.R., l'Accademia di San Luca e la Biennale di Venezia. I suoi testi sono apparsi sulle più prestigiose riviste nazionali e straniere. Caporedattore di *Abitare la Terra* fondato nel 2001 con Paolo Portoghesi, ha scritto più di 200 saggi e volumi. Capogruppo ad oltre 60 concorsi nazionali e esteri ha ottenuto il Primo Premio al Concorso Nazionale per l'ampliamento del Cimitero di Terni (1986, in corso) per Piazza Pagano a Potenza (1987), Piazza Annunziata ad Acri (CS) (2001/2003), Piazza Giustino Fortunato a Rionero in Vulture (2009) (Pz).

GIANCARLO PRIORI è un architetto italiano, allievo di Paolo Portoghesi, giornalista, teorico, professore di Composizione Architettonica e Urbana, autore di oltre quaranta libri che gli hanno consentito di indagare criticamente le problematiche disciplinari.

La sua visione architettonica ha radici nell'arte, nella natura e nelle scienze. I suoi lavori sono stati riconosciuti dalla critica contemporanea (Portoghesi, Fabbri, Locci, Moschini, Muntoni, Muratore, Purini, Terracina ecc.), e sono stati esposti più volte alla Biennale di Venezia e in Musei e Gallerie internazionali, ha partecipato a più di cento concorsi di architettura di cui quattro vinti e uno realizzato. Insegna alla Federico II di Napoli.

SANDRO RAFFONE, nato a L'Aquila, è vissuto in Asmara e poi a Napoli dove nel 1971 si laurea con Nicola Pagliara e dove fino al 2020 è stato professore ordinario di Composizione Architettonica.

Architetto artigiano, conduce il suo lavoro in continuità al Razionalismo Mediterraneo, mentre nel fondamento della *costruzione, costrizioni, topografia e misura* ha la rivoluzionaria ambizione di realizzare edifici normali rinnovando tecniche costruttive d'uso corrente.

Ha scritto venti libri, mentre suoi lavori sono stati esposti anche all'estero e divulgati da riviste nazionali e straniere. Condivide lo studio Raffone & Associati con Maria Rosaria Fiocco e Vincenzo Bruno, studio in grado di progettare qualsiasi tema mettendosi dal punto di vista che conviene all'opera.

ENRICO SICIGNANO, architetto, insegna presso l'Università degli Studi di Salerno. Ha svolto, oltre che in Italia, lunghi soggiorni di studio e di ricerche nelle maggiori capitali europee e città americane tappe fondamentali per la conoscenza e lo studio dell'architettura del passato, moderna e contemporanea. Invitato più volte in prestigiose università americane ed europee a tenere lezioni e conferenze quale Visiting Professor e Visiting Lecturer. È autore di numerose pubblicazioni comprese diverse monografie tra cui si segnalano: *Esperienze e Racconti di Architettura* (2019); *I Campus di Fisciano e Lancusi* (2011); *L'Architettura dello spazio sacro* (2008); *Architetture in cemento armato* (2007); *Progettazione edile antisismica* (2001); *Grandi coperture* (2000); *Tecniche antiche e moderne. 8 architetture contemporanee* (2000); *Santiago Calatrava. Progetti e Opere* (1997). *Scrive, inoltre, per diverse riviste di architettura.*

Indice

<i>Enrico Sicignano</i> Introduzione	7
<i>Enrico Dassori</i> Riflessioni su architettura e tecnica	11
<i>Marco D’Orazio, Elisa Di Giuseppe</i> Ridurre la sopravvalutazione dei rischi associati a investimenti per l’efficientamento energetico: un approccio “probabilistico” a valutazioni dei costi nel ciclo di vita degli edifici	33
<i>Maria Carmela Frate</i> Senso, significato, limiti e possibilità dell’intervenire sul costruito esistente	49
<i>Mario Losasso</i> Sperimentazione e ricerca nel campo della progettazione tecnologica	73
<i>Giulia Marino</i> Le tante vite dello studio-appartamento “24 NC” di Le Corbusier: storia, progetto, restauro	85
<i>Mario Pisani</i> L’architettura del nuovo millennio	109

<i>Renata Morbiducci</i> L'innovazione per progettare un futuro sostenibile della città	123
<i>Giancarlo Priori</i> Insegnare e progettare l'architettura	143
<i>Sandro Raffone</i> La tematizzazione del tema	153
<i>Enrico Sicignano</i> Struttura e forma in architettura: una breve riflessione	173
<i>Enrico Sicignano</i> La luce e lo spazio nell'architettura del Mediterraneo	189
Gli autori	217

STAMPATO IN ITALIA
nel mese di marzo 2021
da Rubbettino print per conto di Rubbettino Editore srl
88049 Soveria Mannelli (Catanzaro)
www.rubbettinoprint.it