Le radicali trasformazioni intervenute negli ultimi tempi nella pratica delle costruzioni si sono riflesse, in un complesso rapporto di causa ed effetto, sulle modalità del fare architettura, segnandone fortemente le problematiche e gli esiti. È altrettanto vero però che le tecniche esecutive, nonostante il rapido processo di innovazione a cui sono state assoggettate, svolgono oggi ancora un difficile ruolo di mediazione tra metodi tradizionali ed apporti industriali, in un confuso mix di prodotti e di procedimenti di fronte al quale l'architetto appare tuttora impreparato.

In questo quadro alcuni principi fondativi dell'attività costruttiva assumono ancora oggi una posizione centrale, confrontandosi in maniera nuova con l'evoluzione del processo edilizio.

I saggi contenuti nel volume delineano il campo di un'ampia riflessione che investe questioni, regole e modalità significative della nuova pratica dell'edificare, nell'intento di sollecitare l'attenzione dell'architetto sui fondamenti propositivi e progettuali di uno scenario tecnologico coerente con i problemi della costruzione del mondo contemporaneo.

ISBN 88-204-8954-6

9 788820 489540

L. 24.000, i.i.

1330.52 A. VITALE *et al.* Argomenti per il costruire contemporaneo

Augusto Vitale, Paola Ascione,
Antonella Falotico, Massimo Perriccioli,
Sergio Pone

Argomenti per il costruire contemporaneo

Prefazione di Eduardo Vittoria

Ricerche di tecnologia dell'architettura
FRANCOANGELI

Augusto Vitale, Paola Ascione,
Antonella Falotico, Massimo Perriccioli,
Sergio Pone

Argomenti per il costruire contemporaneo

Prefazione di Eduardo Vittoria

Ricerche di tecnologia dell'architettura
FRANCOANGELI

Augusto Vitale (Napoli, 1939), architetto, insegna Tecnologia dell'architettura presso la Facoltà di Architettura di Napoli. Autore e coordinatore di ricerche sull'industrializzazione edilizia, sugli spazi del lavoro e sui rapporti tra progetto di architettura e processo costruttivo. Ha partecipato con progetti e studi alla XV e XVII Triennale di Milano. Vincitore di concorsi nazionali di architettura sui temi delle tecnologie innovative di costruzione. Tra le pubblicazioni: *Una nuova strategia per la produzione industriale in architettura*, Angeli, 1985; *Architettura e costruzione*, Angeli, 1988; *Napoli, un destino industriale*, Cuen, 1992.

Massimo Perriccioli (Torre del Greco, 1958) e *Sergio Pone* (Napoli, 1958) sono dottori di ricerca in Tecnologia dell'architettura e svolgono attività didattica e di ricerca dal 1983. Attualmente conducono ricerche presso il Dipartimento di Progettazione Urbana dell'Università di Napoli Federico II.

Paola Ascione (Napoli, 1962) e *Antonella Falotico* (Napoli, 1963) sono dottorande in Tecnologia dell'architettura presso l'Università di Napoli Federico II e svolgono ricerche presso il Dipartimento di Progettazione Urbana.

In copertina: Renzo Piano, ampliamento dell'Ircam, Parigi, 1989. *Particolare del giunto tra i pannelli in laterizi montati a secco su telai in profili di alluminio* (foto Massimo Perriccioli).

Copyright © 1995 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.
È vietata la riproduzione, anche parziale o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo effettuata, non autorizzata. Stampa Tipomonza, Viale Monza 126, Milano.

I lettori che desiderano essere regolarmente informati sulle novità pubblicate dalla nostra Casa Editrice possono scrivere, mandando il loro indirizzo, alla "FrancoAngeli, Viale Monza 106, 20127 Milano", ordinando poi i volumi direttamente alla loro Libreria.

Indice

Prefazione, di *Eduardo Vittoria* pag. 7

Premessa « 11

Introduzione « 13

Adattabilità, di *Sergio Pone* « 19

Assemblaggio, di *Massimo Perriccioli* « 33

Diversificazione, di *Antonella Falotico* « 57

Flessibilità, di *Sergio Pone* « 75

Manutenibilità, di *Paola Ascione* « 89

Reversibilità, di *Augusto Vitale* « 103

Glossario « 119

Bibliografia « 133

Fonti delle illustrazioni « 141

Prefazione

di Eduardo Vittoria

Con *Argomenti per il costruire contemporaneo* di Vitale, Ascione, Falotico, Perriccioli e Pone, la collana *Ricerche di tecnologia dell'architettura* diretta da Raffaella Crespi e Guido Nardi per la Franco Angeli supera i cinquanta titoli e riconferma l'originale contributo dato dai due direttori all'arricchimento di quella *cassetta degli strumenti tecnologici* nella quale, fino a ieri, trovavano posto i soli attrezzi della pratica edilizia. Cioè quelle procedure manualistiche del costruire, di antica e recente tradizione (carpenteria, falegnameria, tessitura muraria, ecc.), che hanno contribuito a scindere le due figure dell'architetto produttore di tipologie e manufatti e dell'architetto produttore di immagini e di spazi. Mentre l'*art de batir* coincide con l'impegno intellettuale che guida ciascun architetto ad appropriarsi di quelle realtà non solo operative, ma umanistiche e tecnologiche che aiutano a riscoprire l'*esemplarità* degli oggetti abitabili dal punto di vista espressivo e materico, assicurandone la qualità e l'appartenenza al contesto ambientale della cultura presente.

Questa *esemplarità* degli oggetti abitabili non è detto sia sempre raggiunta, ma non ci si può nascondere il fatto che essa sia il risultato di un processo intellettuale capace di combinare le modalità conoscitive dell'*ars inveniendi* con quelle dell'*ars reminiscendi*. Il che significa raccogliere nella propria *cassetta di strumenti* non solo gli attrezzi tipologici della fattibilità edilizia (procedure, programmi, sistemi), ma quelle chiavi di lettura della modernità industriale che aiutano a comprendere come la cultura del *fare* sia parte integrante (e non aggiuntiva) della identità del progetto di architettura, inteso, appunto, quale insieme delle tecniche di trasformazione del mondo fisico. «La tecnica è molto più di un metodo, essa è di per sé un mondo», spiegava ai suoi studenti dell'Illinois Institute of Technology Ludwig Mies van der Rohe, direttore del Dipartimento di

architettura dal 1939 al 1959 e autore di edifici che sono veri manifesti di concisione progettuale in cui la tecnica ha un fortissimo spessore percettivo che si identifica con i principi della forma architettonica.

In questa prospettiva, e proprio perchè mettere insieme le voci della manualistica tecnica non costituisce oggi alcun sostituto alla concreta articolazione spaziale di un edificio, gli autori del libro si propongono di indagare i parametri noti della tecnica costruttiva nell'ottica delle trasformazioni e delle revisioni in atto. E scrivono, sin dall'introduzione, «Pensare in termini rinnovati alla dialettica tecnica-architettura non significa tanto puntare a una nuova tecnica o a una nuova architettura, ma pensare in modo nuovo al loro rapporto; un rapporto non più fondato su affermazioni generalizzanti e su assunti logici universali ma su una rete elastica di argomentazioni capace di aderire a realtà differenti e di valorizzarne al massimo le diversità». Una puntualizzazione che già alcuni di loro (Vitale, Perriccioli, Pone) avevano avviato raccogliendo in una antologia (vol. 36 della stessa collana) gli scritti dei protagonisti del Movimento moderno (Behrens, Loos, Wright, Gropius, Le Corbusier, Mies van der Rohe, ecc.) indirizzati a una valutazione creativa della *pratica* progettuale, elaborata dagli architetti e guidata da un pragmatismo sperimentale teso ad approfondire decisioni che si prendono al tavolo da disegno in concomitanza, e non in subordine, al messaggio plastico-volumetrico della architettura.

Gli *argomenti* del volume di Pone, Perriccioli, Falotico, Ascione e Vitale sono suddivisi in sei saggi che, pur valendosi di titoli convenzionali (adattabilità, assemblaggio, diversificazione, flessibilità, manutenibilità, reversibilità), si propongono di offrirne una variegata interpretazione connessa con il cambiamento della figura intellettuale e professionale dell'architetto, latore di un modo non neutrale di vedere e di pensare le categorie che informano l'attuale realtà esistenziale. Nel nostro caso specifico che riguarda l'artificializzazione degli elementi di abitabilità umana, si tratta delle categorie inerenti l'espressività, la fatticità e la socialità dell'atto progettuale, anche esso investito e profondamente modificato dai ritmi della modernità industriale. Una modernità che, malgrado i sottili distinguo di cui è oggetto, guarda comunque al futuro e non è dislocabile nelle suggestioni stilistiche del passato.

Non è mio compito ora, in queste poche righe di prefazione, discutere i singoli contributi dei cinque autori dei testi (tra l'altro molto opportunamente collegati da un modo di evidenziare tipograficamente i termini ricorrenti e da un glossario esplicativo), ma è mio interesse sottolineare, a

conclusione di quanto fin qui detto, come l'andamento del libro corrisponda all'idea di una tecnologia (della architettura) che è parte integrante di una cultura che oggi, ancor più di ieri, si intreccia con tutti gli aspetti del sapere. E in particolare che la *cultura del fare* costituisce il tema di un percorso frastagliato e contraddittorio dell'*art de batir*: una *arte* che non può essere ridotta alla pedissequa applicazione dei meccanismi edificatori, emarginandola da una parallela attenzione per quei "meccanismi intellettuali" che scavano all'origine della concretezza culturale e umana per far diventare architettura le ragioni nascoste dell'immaginazione progettuale.

Premessa

Questo libro è il frutto di un lavoro collegiale di ricerca sul tema dei rapporti tra architettura e costruzione. I singoli saggi individuano temi su cui si fonda comunemente l'attività costruttiva ed affrontano questioni vaste e complesse che non possono esaurirsi in questa sede e sollevano a loro volta altri interrogativi e necessità di chiarimenti.

I temi già individuati sono incentrati su alcuni tra i termini più frequentemente ricorrenti nel lessico della costruzione contemporanea; anche per essi, come per l'intero corpus disciplinare relativo, è oggi in corso un vasto e profondo processo di revisione, che affronta un sapere, quello relativo alle tecniche costruttive, che, seppur ormai consolidato da una lunga tradizione, risente in larga misura delle trasformazioni e delle revisioni a cui sta portando l'attuale processo di rapido rinnovamento nell'intero campo delle tecniche usate dall'uomo.

Il numero limitato di capitoli individua una prima fase di un lavoro di ricerca più ampio, ma al tempo stesso, delimita un campo aperto che può estendersi ad altri termini, altrettanto frequenti e fondamentali, che l'architetto-costruttore incontra nella sua quotidiana prassi contemporanea; i termini approfonditi ed i rimandi che nei capitoli conducono ad altri concetti correlati, costituiscono, nel loro complesso, una vera e propria rete di conoscenze ed idee, che individuano e sollecitano relazioni reciproche. Il glossario annesso costituisce il supporto integrativo, utile alla precisazione di uno scenario più ampio di concetti correlati alle singole voci o ai problemi sollevati nel volume.

Nel testo le parole in corsivo individuano termini comuni ai diversi capitoli e consentono connessioni ed interrelazioni tra i capitoli, mentre i termini in neretto rinviano al glossario.

Il testo è il prodotto di una utile verifica didattica avvenuta nei corsi di

Tecnologia dell'architettura della Facoltà di Architettura di Napoli e perciò è redatto in forma facilmente accessibile alla lettura, che speriamo sia fruttuosa di riflessioni e di approfondimenti per tutti coloro, giovani e meno giovani, che si apprestano, con crescente preoccupazione ma con immutato entusiasmo, a costruire nel terzo millennio.

Introduzione

Argomenti per il costruire contemporaneo è un tentativo di contribuire alla definizione di un nuovo modo di guardare l'architettura dal punto di vista della tecnologia. Un nuovo modo reso indispensabile dall'impoverimento o addirittura dall'esaurimento di forme, tecniche e pratiche tradizionali tenute insieme nel passato dal collante della cultura materiale e attualmente disperse. Un modo di pensare all'architettura che si interroga quindi sulle modalità attraverso le quali la questione della tecnica torna a influenzare quella fase in cui il progetto esce dal limbo delle intenzioni per approdare, attraverso un percorso costruttivo sempre più accidentato e complesso, sulle sponde della realtà.

Pensare in termini rinnovati alla dialettica tecnica-architettura non significa tanto puntare a una nuova tecnica o a una nuova architettura, ma pensare in modo nuovo al loro rapporto; un rapporto non più fondato su affermazioni generalizzanti o su assunti logici universali ma su una rete elastica di argomentazioni capace di aderire a realtà differenti e di valorizzarne al massimo le diversità.

Non più quindi teorie fondate sulla concatenazione lineare di postulati e teoremi ma una matrice di *paradigmi* sensibile al variare delle condizioni di partenza del ragionamento progettuale, in grado quindi di consentire variazioni di rotta anche a "navigazione avviata" mediante la messa a fuoco di elementi originariamente tenuti sullo sfondo[1].

Paradigma, dal greco *paradeigma*, il cui significato letterale è *esempio, modello*, viene usato nel linguaggio filosofico come sinonimo di archetipo. Il concetto di paradigma ha trovato un'originale interpretazione in campo epistemologico nel libro di Thomas S. Kuhn *The structure of scientific revolution*, in cui l'autore affronta, in termini del tutto nuovi, il rapporto tra la teoria della conoscenza ed il processo reale dello sviluppo

scientifico. Nel discusso testo l'autore usa il termine paradigma in due sensi differenti e talvolta ambigui. «Da un lato, esso rappresenta l'intera costellazione di credenze, valori, tecniche, e così via, condivise dai membri di una data comunità. Dall'altro, esso denota una sorta di elemento di quella costellazione, le concrete soluzioni di rompicapo che, usate come modelli o come esempi, possono sostituire regole esplicite come base per la soluzione dei rimanenti rompicapo della scienza normale»[2].

L'accezione di paradigma trova un suo ulteriore approfondimento in una definizione data da Hans Blumemberg nel commentare il lavoro di Kuhn: «Il paradigma - infatti secondo quest'ultimo - è un insieme latente di premesse che non debbono necessariamente essere esplicitate quali implicazioni della prassi scientifica, ma sono comunque contenute nei metodi e nella formulazione dei problemi»[3].

In architettura il paradigma fornisce al ricercatore (e per traslato al progettista) le regole di procedura, le modalità tecniche, di cui alcune più esplicite, altre ancora incorporate nei risultati concreti precedentemente ottenuti, che svolgono il ruolo di schema per ulteriori applicazioni (o progetti). Nel passaggio da un paradigma a un altro inoltre non è ipotizzabile che la nuova teoria includa in sé la vecchia come un caso specifico, in quanto il nuovo paradigma attribuisce significati nuovi a concetti vecchi. In questo senso, sebbene nel campo del costruire (e dell'abitare) le evoluzioni della tecnica siano molto lente e sia difficile che si verifichino delle vere e proprie rivoluzioni, è necessario sottolineare il fatto che nell'individuazione di nuovi paradigmi progettuali non si può prescindere dall'attribuzione di nuovo senso (o, se si vuole, dalla loro attualizzazione) a quei concetti utilizzati come punto di partenza o come spunto per l'attività di indagine.

Ed è proprio questo il senso di questo volume: cercare nelle esperienze dell'architettura di questi ultimi decenni (senza comunque sottrarsi all'eventualità di guardare ancora più indietro) suggerimenti o meglio ancora spunti metodologici che contengano insegnamenti per un possibile sviluppo futuro del costruire; trovare alcune qualità del costruire passato e *girarle* nella prospettiva del costruire futuro.

Se, come sostiene Hölderlin «dove c'è il pericolo nasce anche ciò che salva», l'affermazione dell'industria, che ha provocato la rottura della unità del processo costruttivo tradizionale, è ciò che oggi deve indicare la strada verso la quale mettersi in cammino per restituire all'ambiente costruito contemporaneo quella legittimazione collettiva che ormai sembra essergli sempre più puntualmente negata. E' proprio nel solco scavato

dalla produzione industriale che è possibile individuare oggi i presupposti metodologici, i paradigmi, di un progetto che abbia come obiettivo quello di ricomporre la frattura che esiste tra tecnica e cultura e tra architettura e società.

Il raggiungimento di questo obiettivo è oggi quanto mai necessario; solo in questo modo sarà possibile tornare ad operare in modo *collettivo* nell'attività progettuale concepita come «un'attività creativa senza soluzioni di continuità culturale, all'interno della quale sia possibile esplicare, a tutti i livelli, quel tanto di invenzione che ogni livello comporta» e l'architetto potrà ritrovare la sua giusta collocazione all'interno del processo costruttivo «come ideatore di spazi, sicuro che a monte e a valle del suo specifico apporto sussistono condizioni culturalmente omogenee»[4].

Nel passaggio all'età industriale, ed in modo particolare nel corso di quest'ultimo secolo, le leggi della costruzione hanno subìto, come già accennato, trasformazioni radicali. Esse sono state profondamente influenzate da una filosofia del progetto completamente nuova, fondata sull'introduzione di princìpi razionali e sulla raggiunta consapevolezza critica del processo progettuale, con la conseguente rivoluzione delle regole che vi presiedevano e la completa razionalizzazione dei processi di produzione. Il Movimento moderno ha sancito il completamento di tale trasformazione e ha contribuito a diffonderla su scala internazionale, ampliando enormemente il bagaglio delle conoscenze tecniche in architettura, grazie alla novità offerta dalla felice e creativa intersezione tra linguaggio architettonico e produzione industriale, mutando radicalmente quindi la stessa sintassi tecnica della pratica costruttiva.

A tale ricco e delicato periodo è però sopravvissuta, nella maggior parte della cultura europea ed italiana in particolare, la tradizione costruttiva preindustriale, che viene tuttora custodita da metodi artigianali di lavorazione e di produzione, ancora fortemente vitali, diffusi largamente e tenacemente radicati nella pratica quotidiana. Essi hanno infatti manifestato, anche nei paesi industrializzati, un'insospettabile resistenza, dovuta alla solida continuità di una tradizione produttiva legata a programmi costruttivi alla piccola scala, alla sopravvivenza di un forte e diffuso tessuto di piccole imprese di costruzione inserite in un mercato relativamente estraneo ed alieno dall'innovazione, ed infine alla crescente attenzione verso le forme del passato e del patrimonio edilizio esistente, che sposta vieppiù il baricentro delle necessità operative verso le tecniche del recupero e quindi verso procedure costruttive prevalentemente tradizionali.

D'altra parte occorre riconoscere che le tecniche esecutive, per la loro stretta relazione con la costruzione, più ancora delle regole e dei processi di produzione, costituiscono il vero e proprio anello di congiunzione tra l'attività progettuale e la prassi realizzativa, caratterizzando in modo determinante l'intero processo edilizio ed i suoi esiti. Se ormai la produzione edilizia è diventata pressochè per intero di origine industriale, ciò lo si deve al compimento di un radicale processo di sostituzione e di trasformazione dei processi che fiancheggiano e precedono la costruzione e che le consentono di approvvigionarsi ad un ampio mercato di prodotti e tecniche ormai sovranazionale, ordinato da regole comuni sempre più diffuse e condivise.

D'altronde il patrimonio di cui disponiamo oggi per la costruzione, in termini di conoscenze, di metodi e tecniche esecutive e di innovazioni succedutesi nel tempo, pur essendo vasto e complesso, non basta a definire modalità univoche nel processo costruttivo. I principali procedimenti che consentono di realizzare l'edificazione (sovrapposizione, congiunzione, modellazione, aggregazione, montaggio, ecc.) sono infatti ancor oggi, a differenza dei processi produttivi, segnati in varia misura da una mescolanza di vecchio e nuovo, di manuale e meccanico, di artigianato e industria, che si integrano e si sovrappongono in modi sempre nuovi, ma talvolta contraddittori, spesso nello stesso edificio.

La coesistenza di presente e passato nelle logiche della costruzione può a buona ragione essere considerata oggi una ricchezza per il progettista capace di utilizzare l'antinomia tradizionale-innovativo in relazione ad una conoscenza matura del luogo e del contesto socio-culturale per un'ulteriore attribuzione di senso al progetto di architettura; quindi il paradigma dell'*adattabilità* - che regola i passaggi tra elementi tradizionali e innovativi, che governa la realizzazione di tipologie costruttive antiche con nuove tecniche o infine la rispondenza di forme e tecniche nuove a esigenze antiche della collettività - assume una grande importanza nella strutturazione di quella rete elastica di conoscenze e di metodi dai quali deve scaturire il progetto contemporaneo. E grande rilievo assume la questione dell'*assemblaggio*, trattata in questo volume sia come categoria concettuale che sovrintende ad uno dei principali modi di giunzione degli elementi della costruzione, sia come paradigma progettuale in grado di garantire la compresenza nello stesso edificio di logiche costruttive e quindi progettuali di matrice differente, attraverso la progettazione delle relative connessioni logiche. Ma la produzione industriale per l'edilizia non guarda passivamente alla cosiddetta terza rivoluzione industriale. Nella fase

storica in cui è sancito il fallimento del disegno di riorganizzazione generale del processo edilizio sotto le sue regole, sta iniziando già a modificare radicalmente le proprie catene produttive con l'acquisizione di nuove procedure legate all'automazione che influenzano decisamente anche le logiche progettuali e prefigurano un costruire futuro, probabilmente più flessibile e diversificato e quindi più adeguato al rapido divenire della società. *Flessibilità* e *diversificazione* non nascono in epoca post-industriale ma si attualizzano rispetto a quelle che furono le aspirazioni dei costruttori di tutti i tempi e che l'impostazione industriale aveva forse mortificato imponendo il rigore delle sue norme universalizzanti. Da sempre il costruttore aspira a possedere regole costruttive al tempo stesso universali - sì da poter essere applicate in luoghi e situazioni diverse - e diversificate, sì da poter attribuire a tutti gli edifici una propria specifica personalità.

Così come una strumentazione costruttiva finalmente rispondente ai bisogni dell'uomo contemporaneo non può non recuperare attualizzandoli, da un lato, l'antico paradigma della *reversibilità* - che affonda le sue radici nella cultura abitativa delle antiche società nomadiche - e dall'altro il concetto di manutenzione - recentemente arricchito dal concetto di *manutenibilità* - che rendeva possibile - nelle società ad economia agricolo-artigianale - il buon funzionamento della circolarità tra progettazione, costruzione e uso del bene edilizio. I due temi, pur nella loro diversità, concorrono a prefigurare un modo di costruire basato su elementi smontabili, leggeri, ispezionabili e sostituibili, e quindi capace di realizzare edifici per i quali il requisito della lunga durata dell'oggetto (sinora considerato irrinunciabile dalle culture abitative occidentali) si trasforma nel requisito della lunga durata della prestazione.

Questa progressiva "sottrazione di peso" nel costruire - massimo comun divisore tra molti dei temi trattati in questo volume - rimanda ad uno dei più discussi *megatrend* delle società occidentali: la *dematerializzazione* della realtà. Questa tendenza, per certi versi connaturata con le logiche della produzione industriale, subisce in questi ultimi anni un brusco processo di accelerazione in seguito a due fattori determinanti: il primo connesso al sempre maggior peso che l'informazione (per definizione immateriale) ha assunto nell'organizzazione della società (basta pensare alla possibilità di sostituire la produzione di oggetti che offrono servizi con la produzione diretta dei servizi stessi) ed il secondo in relazione alla presa di coscienza che la questione dei rifiuti ha raggiunto e forse superato un ragionevole livello di guardia. Questa accelerazione ha portato al-

cuni studiosi a prefigurare, anche sulla scorta delle nuove applicazioni nel campo del virtuale, la cosiddetta "dematerializzazione totale". Ma, come sostiene Tomas Maldonado in un suo recente saggio, «significa spingersi oltre il buon senso assumere come plausibile che, nel futuro, la vita degli uomini, tutta la vita di tutti gli uomini, possa svolgersi nei limiti di una fitta ragnatela di miraggi da cui nessuno sarebbe in grado di evadere ... Piaccia o meno, noi siamo condannati, come tutti gli esseri viventi, a dover fare i conti con la nostra fisicità e con quella dell'ambiente. Noi non siamo "cervelli in una vasca"»[5].

Se la dematerializzazione non potrà rappresentare quindi la palingenesi delle società a capitalismo avanzato, essa è senz'altro un riferimento procedurale per una ridefinizione delle strategie produttive che consentirà all'industria di superare quei modelli che Lucius Burckhardt ha definito i «dinosauri tipo Ford»[6] per privilegiare strutture più elastiche basate su una produzione flessibile, diversificata, in grado di evolversi continuamente anche a ciclo produttivo avviato, e capace quindi di offrire un prodotto variabile o diversificato. L'archivio dal quale l'architetto contemporaneo attinge prodotti e logiche si modifica e modifica i percorsi del progetto; come sostiene Eduardo Vittoria «la serialità del prodotto, con tutto ciò che essa ha comportato, è un principio di progettazione datato al quale oggi si sostituisce una "ars combinatoria" flessibile, aderente alle mutevoli e contrastanti esigenze della società»[7].

Note

1. Cfr. Andrea Campioli, *Il contesto del progetto*, Angeli, Milano, 1993.
2. Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962), tr. it. Einaudi, Torino, 1969.
3. Hans Bluemenberg, *La realtà in cui viviamo* (1981), tr. it. Feltrinelli, Milano, 1987, p. 131.
4. Raffaella Crespi, *Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura*, Angeli, Milano, 1979, p. 34.
5. Tomas Maldonado, *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano, 1992, p. 12. Sulla questione della dematerializzazione cfr. anche Ezio Manzini, *Il design nella società in transizione. Terreni, livelli e forme di intervento*, in Egidio Mucci (a cura di), *Design 2000*, Angeli, Milano, 1994.
6. Lucius Burckhardt, *Riflessioni sulla nuova facoltà di arte, design e grafica di Weimar*, in Egidio Mucci (a cura di), *op.cit.*, *p.157.*
7. Eduardo Vittoria, *Il design della scena urbana*, in Egidio Mucci (a cura di), *op. cit.*, p. 52.

Adattabilità

di Sergio Pone

Adattabile è un'entità (materiale o immateriale) capace di mutare alcune delle sue caratteristiche per adeguarsi a condizioni esterne con cui l'oggetto stesso è chiamato a relazionarsi. Due sono i connotati fondamentali di questa definizione: il primo è relativo al fatto che per poter mutare, un oggetto ha la necessità di avere una *identità* ben precisa e determinata, identità che non deve risultare compromessa o confusa a mutazione avvenuta; l'altro è quello che coinvolge l'aspetto relazionale, quello per cui una generica variazione di stato si può a buon diritto denominare *adattamento* solo a condizione che essa risulti misurata su di una realtà esterna all'oggetto che in qualche modo detti le condizioni del cambiamento.

Un cambiamento come quello che avviene negli organismi viventi in ragione della crescita biologica dell'individuo, ad esempio, non si può definire un adattamento mentre la perdita dell'alluce opponibile alle altre dita del piede, avvenuto nei primi antropoidi al passaggio dalla vita arboricola a quella sulla terraferma, è sicuramente derivato da un processo di adattamento perché dipende proprio dal mutare delle condizioni esterne.

Adattare significa dunque «fornire di requisiti secondo una norma di funzionalità o di convenienza»[1] cioè arricchire, dotare di ulteriori caratteristiche o modificare qualcosa in modo che essa risulti più rispondente ad una particolare esigenza funzionale o, in generale, più conveniente.

Nell'applicare questo paradigma al **costruire** si pone quindi la necessità, da un lato, di definire l'identità di questa azione o meglio ancora di accettare la *molteplicità* delle condizioni di partenza dell'attività costruttiva all'interno delle varie realtà particolari in cui essa risulta segmen-

tata, e dall'altro di definire quali sono quegli elementi che hanno la forza di esigere dalle attività costruttive un cambiamento di organizzazione che si possa configurare come un adattamento ed in quali forme questo avvenga.

Già qualche anno fa Eduardo Vittoria aveva con chiarezza indicato nell'adattabilità una irrinunciabile prerogativa del costruire futuro, evidenziando la necessità di elaborare i modi per adeguarsi ad una realtà che, oltre a mutare secondo ritmi sempre più rapidi, non è sempre chiaramente decodificabile; ed invitando quindi ad «accettare una progettazione dalle vie traverse, articolata sulla precarietà delle soluzioni, sottoposta a criteri sempre revocabili che non consentono in alcun modo la ripetitività di soluzioni prefabbricate. Non un progetto, ma mille prima di arrivare ad una soluzione; non l'effimero, ma il frammentario... non la rappresentazione, ma l'*adattamento* ad una realtà multiforme, evitando il rischio che le *modalità operative*, il modello stesso della progettazione, siano confuse, ancora una volta, con il raggiungimento di una soluzione ottimale»[2].

Si è parlato prima della necessità di individuare con precisione l'*oggetto* dell'adattamento e le *forme* dell'adattabilità.

Rispetto alla prima questione, legata alla necessità di cogliere gli elementi individuanti del costruire, non si può non considerare la diffusa sensazione di disagio nei confronti dell'habitat contemporaneo sempre più generalmente condivisa. Quelle che un tempo erano un insieme di pratiche e norme legate alla costruzione che, in riferimento alla cosiddetta cultura materiale, assicuravano la perfetta circolarità del processo di progettazione, costruzione, uso e manutenzione, appaiono oggi come un insieme disperso, spesso incomprensibile, di questioni del tutto estranee alla sensibilità e alla cultura dell'uomo contemporaneo.

Questo disagio è talmente profondo e radicato da porre in discussione la possibilità stessa di parlare oggi di una vera e propria cultura del costruire. Le condizioni sono cambiate, né si può pensare di riproporre improbabili e improduttivi ritorni ad un passato, forse più lontano di quanto semplici considerazioni cronologiche farebbero pensare. Eppure non si può rinunciare ad incidere su questo disagio, non si può non tentare di ricostruire quei legami oggi spezzati tra il sentire comune e le tecniche della costruzione; legami che soli possono ridare dignità complessiva ad una cultura del costruire altrimenti priva di una delle sue fondamentali connotazioni: la legittimazione collettiva.

In tal senso è necessario fare un passo indietro e provare a riconoscere

le caratteristiche principali della pratica del costruire legata alla cultura materiale; anche per verificare se quei caratteri di identità, per quanto profondamente messi in crisi dall'affermazione dell'industria, non siano suscettibili di una reinterpretazione e di una rinnovata codificazione nella condizione attuale del costruire.

Caratteristica fondamentale di quella cultura, per Guido Nardi, era la *legittimazione automatica* di quelli che egli definisce *atti tecnici* (elementi minimi costituenti quel patrimonio di pratiche e di tecniche integrate con la struttura produttiva e socio-economica propria delle società rurali). Per interpretare il passaggio dall'atto mentale all'atto tecnico, Nardi utilizza il concetto di *archetipo costruttivo*, inteso come «quel repertorio imprescindibile che caratterizza la fase progettuale, quando l'atto mentale si traduce in atto tecnico, a sua volta inteso non come elemento a sé stante ma come atto globale capace di riassumere la cultura di cui è espressione. Il ripetersi nel tempo degli atti tecnici... genera gli archetipi del costruire...- che - sono dunque le rappresentazioni costanti di una cultura e che vengono a identificarsi con gli elementi costitutivi del progetto»[3].

Si può quindi affermare che l'identità, l'essenza del costruire è strettamente legata alla individuazione e alla codificazione di questi archetipi che, oltre a configurarsi come le *rappresentazioni costanti di una cultura* (vedi il concetto di legittimazione automatica), formano una sorta di manuale non scritto del costruire, si identificano con gli *elementi costitutivi del progetto*.

Per lungo tempo l'architetto, costruttore di monumenti, non è stato chiamato a gestire il complesso delle attività edilizie e cioè a ragionare sugli elementi correnti, ripetitivi, "ordinari" dell'architettura diffusa: egli concentrava le sue speculazioni da artista e da costruttore sullo "straordinario" proprio di quegli edifici chiamati a rappresentare il potere; potere che quindi, per certi versi, ne garantiva la legittimazione anche quando venivano proposte innovazioni audaci o soluzioni diverse da quelle suggerite dalla pratica del costruire corrente. Il lavoro sugli archetipi del costruire è stato invece delegato agli oscuri, anonimi costruttori delle architetture abitative, succedutesi ed evolutesi nel corso del tempo per imitazione, per piccole correzioni, per ottimizzazioni dell'idea originaria mai negata o contestata radicalmente.

E' con l'affermazione dell'industria e con la conseguente spinta ideale verso un nuovo senso della democrazia ed un rinnovato impegno a tutela delle classi più deboli, che l'architetto viene chiamato ad estendere la sua tradizionale competenza e a cominciare a ragionare sul tema della

abitazione: il che peraltro significava riassumere e reinterpretare in una logica nuova un'esperienza plurimillenaria dotata di una straordinaria chezza ed articolazione. L'esperienza neoclassica, sviluppatasi contemporaneamente all'affermazione dell'industria, inizia a porre il problema dell'architettura come scienza anche in funzione di questo nuovo impegno sociale; e lo fa attraverso una ridefinizione dei compiti tradizionali dell'architetto ed attraverso una accentuazione significativa della questione del progetto. «La vera tecnica dell'artista - scrive Giulio CarloArgan - è la tecnica del progettare, tutta l'arte neoclassica è rigorosamente progettata. L'esecuzione è la traduzione del progetto mediante strumenti operativi che non sono esclusivi dell'artista, ma fanno parte della cultura e del modo di vita della società (...) In questo processo di *adattamento* tecnico-pratico si elimina necessariamente l'accento individuale, l'arbitrio geniale della prima invenzione, ma in compenso l'opera acquista un interesse diretto per la collettività (...) L'artista non aspira più al privilegio del genio, ma al rigore del teorico: non dà al mondo invenzioni da ammirare, ma progetti da realizzare (...) La riduzione della tecnica propria dell'arte alla tecnica (o al metodo) della progettazione segna il distacco definitivo dell'arte dalla tecnologia e dalla produzione dell'artigianato, e la prima possibilità di raccordo tra il lavoro ideativo dell'artista e la nascente tecnologia industriale»[4]. L'atto ideativo non perde valore ma comincia a disciplinarsi in funzione delle nuove tematiche legate alle innovazioni tecniche; l'ideatore dell'opera di architettura perde parte della sua caratterizzazione artistica e acquista in consapevolezza: in definitiva, l'architetto è un po' meno artista e un po' più intellettuale.

Intellettuale, e non puro studioso o erudito - per la capacità riconosciuta alla prima di queste tre figure di appropriarsi e di interpretare dati dedotti dalla *realtà* e di riutilizzarli in chiave operativa attraverso un impegno nella società finalizzato al generale miglioramento delle condizioni di vita - da quel momento, l'architetto tenta di farsi interprete della *cultura e dei modi di vita della società* attraverso una *strutturazione della conoscenza in senso operativo.*

Questa strutturazione passa per l'analisi dei caratteri invarianti di quel grande patrimonio, di quel vero e proprio manuale di architettura rappresentato dalle città costruite, e quindi per la definizione di una nuova strumentazione; fondata questa volta sull'individuazione dei prodotti di quella lunga selezione, modificazione, **ottimizzazione** cui gli archetipi erano stati sottoposti, perdendo così il loro carattere di originarietà, di assoluto *a priori* rispetto all'atto tecnico: i *tipi*.

Sulla definizione di questa parola si è sviluppato in seguito un lungo, a volte acceso, dibattito finalizzato soprattutto a capire se e come si potesse utilizzare la strumentazione tipologica in chiave progettuale. Per specificare il senso che il tipo può assumere al fine di contribuire alla definizione del costruire contemporaneo, e quindi anche del patrimonio culturale-abitativo, di una determinata collettività, è opportuno riprendere la definizione utilizzata da Gianfranco Caniggia in un suo recente tentativo di riassumere il pensiero di Saverio Muratori: «Il... tipo non è solo una nostra costruzione mentale a posteriori, non è qualcosa che riconosciamo noi in un tessuto esistente: può servire anche a scopi classificatori dell'esistente, ma solo in quanto contenuto nel costruito, solo in quanto già ha una sua esistenza, di per sé legata alla produzione del costruito... Perciò il tipo è sintesi molte volte: sintesi della specifica cultura edilizia, che ha fatto maturare, fino a quel momento e in quell'area, il tipo stesso, e sintesi dei caratteri dell'organismo edilizio, anteriore alla sua stessa esistenza fisica»[5].

Questa definizione, concepita per il tipo edilizio inteso come elemento sintetico, si adatta esattamente nello stesso senso al concetto di *tipo costruttivo* ed alla sua duplice valenza di categoria a priori e a posteriori, contribuendo al tempo stesso ad evitare che la **tipologia costruttiva** possa essere considerata una entità astratta, una pura categoria concettuale indifferente ai tempi e ai luoghi. Le tipologie costruttive possono quindi essere considerate come quegli elementi rintracciabili nella concretezza del patrimonio edilizio locale, il cui insieme contribuisce a conformare la cultura del costruire o meglio quella parte della cultura del costruire in grado di resistere - proprio attraverso il paradigma dell'adattabilità - anche alle grandi modificazioni che hanno inciso nella struttura economica, sociale e produttiva delle comunità.

Riguardo al secondo aspetto, quello relativo alle *forme* dell'adattabilità, è opportuno richiamare il concetto di *ripetizione nel tempo*, di **iterazione** dell'atto tecnico che è condizione necessaria alla formazione di una tipologia costruttiva e che appare, almeno in parte, condizionato da un certo livello di *condivisibilità* collettiva dell'atto originario.

Questa *adesione* da parte di una comunità ad una ipotesi individuale può essere paragonata ad un procedimento di legittimazione collettiva dell'atto originario. In tal modo si può quindi chiudere un cerchio ideale tra l'azione inevitabilmente individuale, che è l'atto mentale di partenza, e la legittimazione collettiva di cui questo atto necessita. Il primo motore dell'attività costruttiva è appunto l'atto mentale che, una volta prefigurato

un quadro di esigenze, si trova di fronte a due vie alternative che conducono verso l'adozione di procedure esistenti o verso l'**innovazione**.

Nel primo dei due casi, l'atto mentale, selezionando una tipologia costruttiva - patrimonio della collettività -, si trasforma direttamente in atto tecnico. Questo passaggio contiene in sé stesso il meccanismo di legittimazione collettiva dell'atto mentale/individuale e consente quindi la realizzazione dell'atto tecnico. Questa a sua volta si va ad unire alle costruzioni esistenti, che rappresentano anch'esse la cultura che le ha espresse, ed aggiunge qualcosa alla definizione del tipo originario. Nell'adottare un tipo costruttivo già esistente e nel piegarlo alle sue esigenze particolari, il costruttore non fa altro che *adattare* un concetto - che, seppure non completamente schematico e teorico, comunque risente del livello di astrattezza proprio di qualsiasi apparato culturale-normativo - alla realizzazione di un elemento tecnico fisicamente concretizzato dalla costruzione.

Questa operazione mette in moto la macchina della *tradizione* intesa, sulla scorta di una celebre posizione nietzschiana - per cui prerogativa essenziale della memoria non è quella di ricordare bensì quella di dimenticare -, come necessità di *selezionare* quello che il passato offre per individuare cosa offrire al futuro. Nel concetto di *adattabilità* è infatti contenuto anche il senso di operazioni più profonde che non riguardano necessariamente la traduzione sincronica dalla relativa astrattezza del tipo alla concretezza dell'elemento costruito; l'adattabilità è ciò che ha reso possibile per alcuni tipi costruttivi il passaggio epocale dall'artigianato all'industria; come è accaduto ad esempio al mattone di laterizio che, nato come prodotto artigianale, è sopravvissuto ai grandi mutamenti indotti dall'affermarsi dell'industria *adattandosi* alla produzione di serie. Questo caso può essere assunto come emblematico di una tradizione costruttiva forte che per alcuni motivi, non solo di natura tettonica o funzionale, riesce, attraverso una serie di progressivi adattamenti, a evolvere nella direzione della modernizzazione senza per questo perdere la propria identità.

Ma il paradigma dell'adattabilità risulta centrale anche nei casi in cui all'atto mentale non segue direttamente l'adozione di una tipologia costruttiva esistente bensì la messa a punto di una procedura nuova, che non si ritrova quindi nel *manuale di soluzioni conformi* costituito dalle costruzioni esistenti: quando in definitiva si mette in moto la complessa macchina dell'*innovazione*.

Come già detto, a questo atto tecnico mancherà in prima istanza la legittimazione collettiva garantita invece dall'adozione diretta di un tipo

costruttivo condiviso dalla comunità. Questo però non implica necessariamente che la collettività rifiuti l'innovazione: nel momento in cui l'atto tecnico innovativo si invera in una costruzione diventa di "dominio pubblico" e quindi *imitabile*; è proprio tramite l'imitazione da parte di altri costruttori che si avvia il meccanismo di iterazione/ottimizzazione dell'innovazione tecnica originaria che limata, migliorata, *adattata*, quindi resa compatibile con gli altri modi del costruire, può rientrare nel novero delle tipologie costruttive e quindi essere legittimata a posteriori.

E' proprio questo lavoro di adattamento compiuto dai tanti costruttori che riprendono ed imitano il puro atto inventivo originario che rende questo comprensibile e condivisibile da parte del pubblico, consentendone l'introduzione nel manuale al quale la collettività fa riferimento o addirittura interpretandolo come risposta ad una domanda non esplicita che la collettività formula.

Tra i meccanismi attraverso i quali opera questa azione, al tempo stesso imitativa e "divulgativa", uno dei principali è, non a caso, quello di attenuare la carica innovativa dell'azione originaria attraverso camuffamenti che fanno somigliare il più possibile l'elemento innovativo ad elementi tradizionali[6]. Emblematico è il caso del ponte sul fiume Severn, una delle prime applicazioni della ghisa alle costruzioni, interamente realizzato utilizzando ancora i modi di giuntare gli elementi tipici dei profili in legno, oppure le prime automobili, straordinariamente somiglianti a delle carrozze con l'aggiunta di un motore, o, infine, i primi prodotti plastici che imitavano le venature e anche la consistenza del legno.

In questi tre esempi la volontà divulgativa da parte degli autori è verosimilmente molto forte nel caso della plastica e molto più debole nel caso della **sperimentazione** del materiale metallico assemblato come il legno. Questo perché i primi costruttori delle strutture metalliche sentivano l'urgenza di sperimentare le prestazioni dei profilati e la "parità di condizioni" (somiglianza dei giunti) con le tecniche precedenti non faceva altro che favorire il confronto sul materiale puro e semplice; dall'altro lato la conformazione superficiale dell'oggetto in plastica, notoriamente non dotata di caratteristiche materiche proprie ma suscettibile ad accoglierne delle più svariate, a somiglianza degli elementi più tradizionali, rivela il massimo di intento divulgativo e quindi promozionale dell'oggetto stesso. A questa volontà "pubblicitaria" non va comunque attribuita una valenza negativa ma ne va riconosciuto il ruolo insostituibile nell'ambito dell'affermazione di nuove tecniche e di nuovi prodotti che sovente hanno coinciso con miglioramenti strutturali delle condizioni dell'uomo. In-

fatti prima si mette in moto la macchina iterativa della imitazione/ottimizzazione, prima l'elemento innovativo raggiunge il massimo livello di perfezione formale, funzionale e tecnica, portando il suo contributo di progresso. A conferma di queste considerazioni valga quanto sostiene ancora Nardi: «ogni elemento innovativo che voglia essere realmente tale deve essere pensato senza prescindere da un patrimonio di sedimentazioni culturali e un retroterra di atti tecnici consolidati che si pongono nello stesso tempo come sue condizioni e limiti di possibilità»[7].

Un atto innovativo "che voglia essere realmente tale" deve avere la capacità di incidere veramente sulla realtà in cui si iscrive, deve proporsi e deve essere accolto; ed è in ciò la differenza tra *innovazione* e **invenzione**, tra l'atto individuale fine a se stesso e l'atto, comunque individuale, ma dotato di valenza sociale, che punta a trasformare in meglio un elemento o una modalità già esistente. E' proprio la differenza che corre tra i primi sperimentatori della tecnica del cemento armato (che pure audacemente ne scandagliavano le possibilità tecniche) e i fratelli Perret, costruttori dell'edificio per abitazioni al 25 di rue Franklin a Parigi, che finalmente "raccoglievano" l'*invenzione* (appunto il cemento armato) per proporla come *innovazione*, farne architettura, *adattarla* alla tipologia residenziale, declinarla all'interno di un linguaggio architettonico preciso e forte come quello del classicismo strutturale, in definitiva renderla più semplicemente e direttamente imitabile. Imitazione puntualmente avvenuta negli anni successivi, tanto da rendere questo modo di costruire, oltre che la base di tutta la grande architettura moderna anche il modo con cui ancora oggi la maggior parte degli anonimi costruttori realizzano i loro edifici.

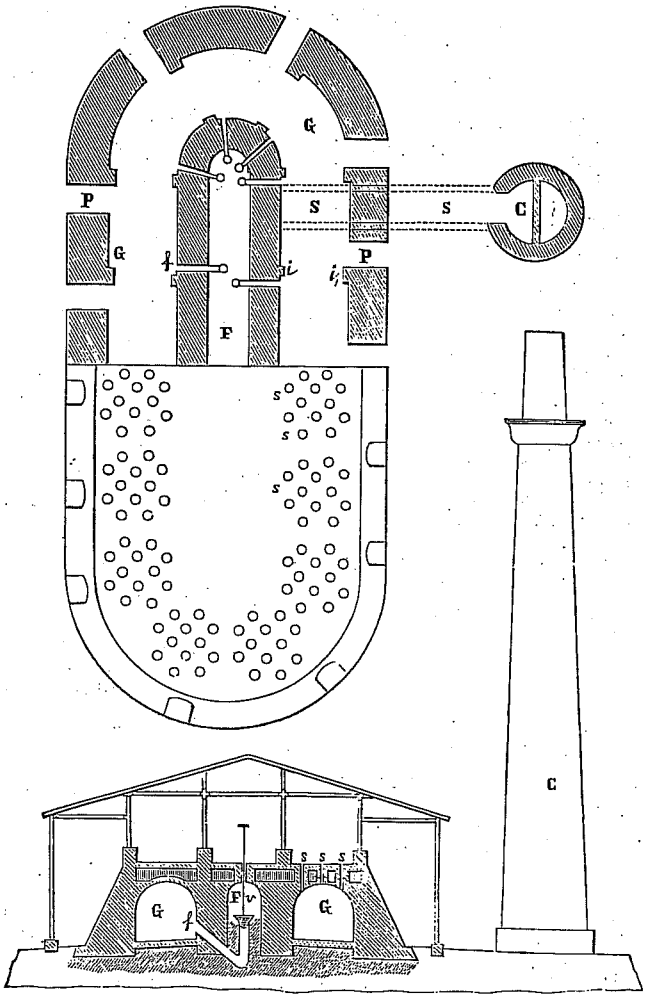
In conclusione proporre l'adozione del paradigma dell'adattabilità per il costruire contemporaneo ha il senso di ribadire un impegno a considerare il costruire come azione a forte valenza collettiva e che quindi necessita di una legittimazione da parte delle comunità a cui si indirizza. Una legittimazione che gli è stata sistematicamente negata negli ultimi decenni generando le situazioni di disagio sopra citate e portando la figura del progettista in una posizione sempre più decentrata e sovrastrutturale.

Per indurre un ribaltamento di questo stato di fatto bisogna, come diceva Gianni Vattimo, considerare «l'esperienza del bello» come «esperienza di appartenenza ad una comunità»[8] e quindi proporre un costruire che, utilizzando i meccanismi della tradizione, sia in grado di *adattare* gli insegnamenti del passato alle esigenze dell'uomo moderno oppure, attraverso la scelta dell'innovazione, sappia ancora una volta *adattare* il puro

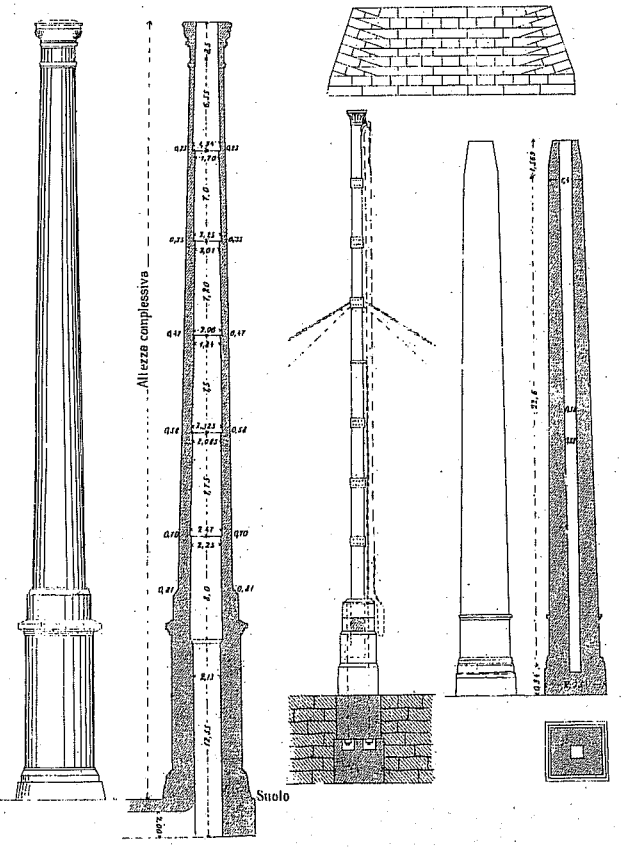
atto inventivo alle esigenze o alle aspirazioni della collettività.

Note

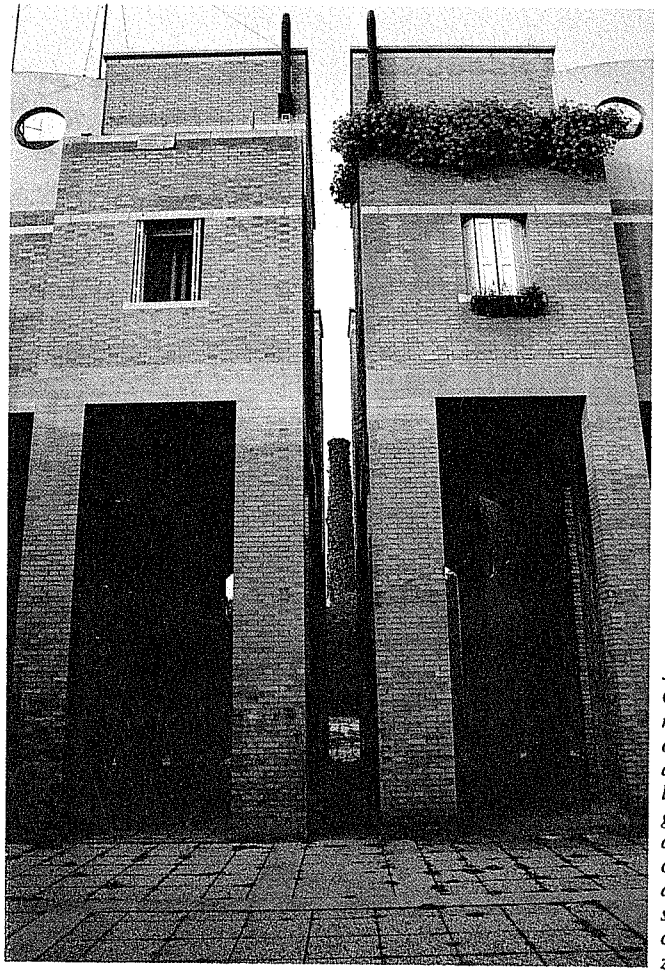
1. Voce *Adattare*, in Giacomo Devoto, Gian Carlo Oli, *Dizionario della lingua italiana*, Le Monnier, Firenze, 1971, p. 36.
2. Eduardo Vittoria, *Le «tecnologie devianti» per la progettazione ambientale*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987, pp. 62-63. (I corsivi sono miei).
3. Guido Nardi, *Gli elementi costitutivi del progetto: genealogia degli archetipi del costruire,* in Guido Nardi, Andrea Campioli, Anna Mangiarotti, *Frammenti di coscienza tecnica*, Angeli, Milano, 1991, p. 19.
4. Giulio Carlo Argan, *L'arte moderna. 1770-1970*, Sansoni, Firenze, 1970, pp. 19-21 (il corsivo è mio). Cfr. anche Renato De Fusco, *Storia del design*, Laterza, Bari, 1985, capitolo IV.
5. Gianfranco Caniggia, *Saverio Muratori. La didattica e il pensiero*, in Marina Montuori (a cura di), *Lezioni di progettazione*, Electa, Milano, 1988, p. 146.
6. A questo proposito cfr. Andrea Campioli, *La critica della poetica e dello stile*, in Guido Nardi, Andrea Campioli, Anna Mangiarotti, *op. cit.*
7. Guido Nardi, Andrea Campioli, Anna Mangiarotti, *op. cit.*, p. 28.
8. Gianni Vattimo, *La società trasparente*, Garzanti, Milano, 1989, p. 91.



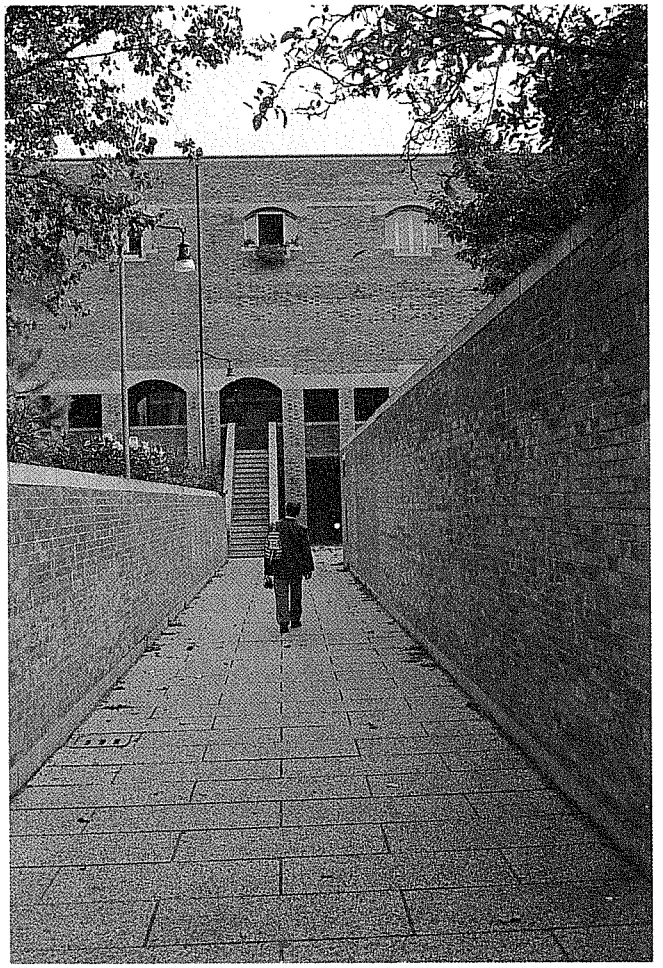
1 - Pianta e sezione di una delle prime fornaci Hoffmann. Questi impianti segnano il passaggio, nella produzione del mattone, dall'epoca artigianale a quella industriale.



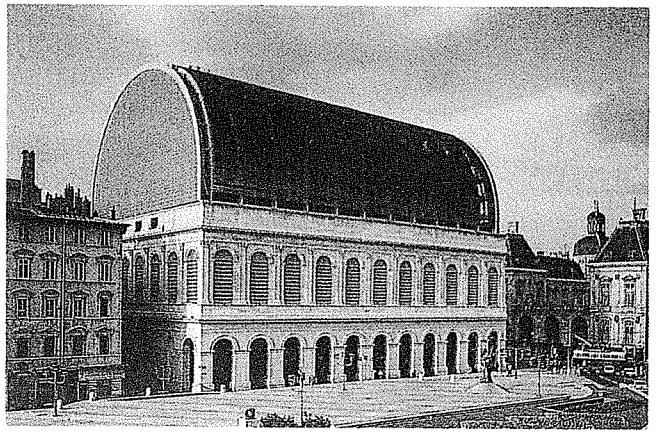
2 - Sulla mimetizzazione dell'innovazione tecnica: le prime canne fumarie in ghisa realizzate con sagome di colonne doriche.

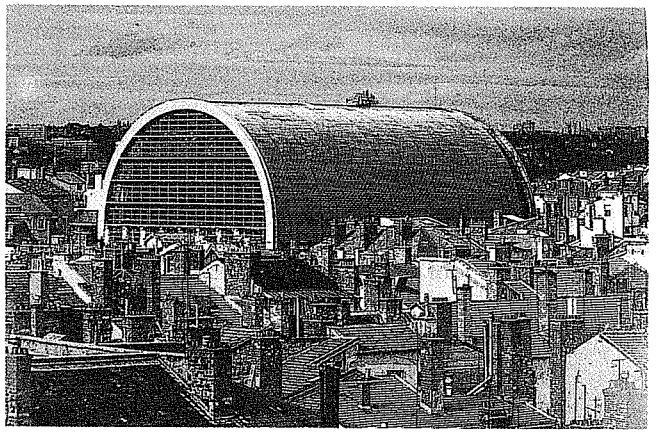


3 - Case popolari alla Giudecca di Gino Valle. Il mattone diventa modulo oggetto della composizione dell'intero insediamento e le parti in cemento armato granigliato prefabbricate alludono sia per il colore che per il ruolo tettonico agli antichi elementi massicci in pietra d'Istria tipici dell'architettura veneziana.



4 - Ancora l'intervento alla Giudecca di Valle. Si nota la tensione cromatica e compositiva tra le parti in muratura di mattoni e le parti in calcestruzzo.





5-6 - Il completamento del Teatro dell'Opera di Jean Nouvel a Lione.
La grande copertura a volta richiama nella forma e nella consistenza materica le grandi sale dell'architettura dell'ingegneria fiorita nel diciottesimo secolo.

Assemblaggio

di Massimo Perriccioli

Assemblare è l'esperienza più comune che possa capitare ad un progettista nel corso della elaborazione di un progetto. *Ridurre all'unità* idee e suggestioni maturate nel corso del tempo, *mettere insieme* elementi architettonici diversi, *organizzare l'unione* di materiali, tecniche e prodotti dotati di autonomia rispetto al progetto, *coordinare* saperi specialistici lontani anni luce tra loro, sono tutte operazioni combinatorie che portano spesso a definire il progetto come un processo di assemblaggio di *materiali* sia fisici che mentali, caratterizzato dalla elaborazione originale di informazioni già note.

Il termine *assemblaggio* indica, nelle costruzioni in generale ed in quelle meccaniche in particolare, la fase finale del *montaggio* di una *struttura* o di una *macchina*, nella quale si uniscono, secondo una precisa logica costruttiva, le singole parti precedentemente montate. Tale definizione evidenzia gli aspetti tecnicistici ed operativi di questo termine del quale, però, una più approfondita analisi etimologica svela nuove e più sfaccettate interpretazioni. Assemblaggio, infatti, deriva dal francese *assemblage* che definisce sia una tecnica artistica, propria di alcune avanguardie figurative di questo secolo, basata sull'unione di materiali di recupero tridimensionali - *objets trouvés* - con l'obiettivo di creare opere d'arte, e sia una composizione artistica di oggetti fissati su un supporto che ne rappresenta la condizione spaziale.

Il confronto tra la duplice valenza concettuale contenuta in queste prime definizioni e le profonde trasformazioni ed innovazioni avvenute in campo produttivo e costruttivo, genera alcune riflessioni che, mettendo in luce le modificazioni subite dal concetto di assemblaggio nelle sue tradizionali accezioni, permettono di ridefinirlo in termini del tutto nuovi. Infatti, anche se comunemente l'assemblaggio viene inteso come una

tecnica specifica della costruzione industrializzata, non si può non evidenziare come oggi esso interagisca fortemente con gli aspetti ideativi e metodologici del fare architettonico, tanto che si potrebbe considerarlo come una vera e propria tecnica progettuale. In questo senso un discorso intorno all'assemblaggio chiama in causa un aspetto molto spesso trascurato nell'affrontare le questioni del progetto contemporaneo: il rapporto tra le tecniche ideative e le tecniche esecutive.

A tal proposito Vittorio Gregotti, di recente, approfondendo alcune questioni relative al rapporto tra tecnica ed architettura, ha definito la tecnica della costruzione come l'organizzazione di un insieme di tecniche con diversi livelli di avanzamento e con gradi differenti di elaborazione, che trovano solo nel progetto uno scopo unitario. «I modi di congiunzione tra le parti del sistema-costruzione - afferma Gregotti - sono quindi gli elementi di maggiore impegno e spesso anche i luoghi dove è maggiormente necessaria l'applicazione di una invenzione specifica; in certo modo costituiscono la tecnica particolare della costruzione architettonica. Peraltro bisogna riconoscere che l'organicità tecnica con cui veniva realizzata una cattedrale gotica era incomparabilmente più alta, raffinata, coerente e tecnologicamente significativa dei modi di costruzione che oggi maneggiamo. Gli architetti del gotico trasformavano materie in fatti architettonici, noi assembliamo prodotti»[1]. Pertanto le tecniche di assemblaggio potranno essere considerate come tecniche compositive ed i semilavorati potranno assumere in futuro «quella archeologica naturalità che è propria degli antichi materiali da costruzione, tuttavia da quando la progettazione non è più messa in forma di materiali ma in larga parte coordinamento di prodotti, non si può sottovalutare il fatto che la natura delle diverse produzioni attinenti la costruzione elabora materiali preformati dotati di senso separato, un senso che proviene solo in debole parte dall'interno dell'esperienza della costruzione e in parte maggiore dalle regole della produzione e dalle competizioni di mercato dei manufatti industriali»[2].

La cultura **industriale** ha senza dubbio provocato negli ultimi cento anni cambiamenti tali da modificare radicalmente il tradizionale rapporto teoria-prassi. Secondo Eduardo Vittoria, su tale rapporto «hanno sensibilmente inciso, nel caso specifico dell'architettura, quei movimenti artistici generalmente definiti di avanguardia, portatori di concezioni innovative, etiche ed estetiche, che tendevano ad eliminare ogni distinzione tra le arti, non più intese solo come rappresentazione, ma come comunicazione e costruzione»[3]. E Giulio Carlo Argan, riflettendo sul portato di queste

esperienze artistiche, in un saggio del 1965 affermava che «il problema non è il destino della tecnica operativa ma quello della tecnica ideativa: ci chiediamo se, nel quadro tecnologico moderno, vi sia posto per l'ideazione e, quando vi sia, se l'ideazione possa avere il suo modello nell'ideazione artistica, come selezione, ordinamento e costruzione del mondo d'immagine della società contemporanea»[4].

Una più attenta disamina delle avanguardie artistiche degli anni '20 e '30 evidenzia la comune volontà di ricercare nuove tecniche progettuali fondate sulla continuità tra ideazione ed esecuzione dell'opera d'arte; le opere realizzate mediante l'*assemblage*, il *collage* o il *papier collé* segnano la rottura definitiva con la tradizione figurativa e tecnica dell'800 e testimoniano la volontà di rinnovare il linguaggio espressivo mediante il rinnovamento delle tecniche artistiche. Così è sia nelle nature morte del 1912-13 di Picasso e Braque che, realizzate con la tecnica del *collage*, presentavano sulla superficie del quadro ritagli di giornali, pezzi di carta o di stoffa ed altri materiali trovati nella realtà quotidiana, sia nei *ready made* di Duchamp, dove gli oggetti d'uso quotidiano venivano estratti dal normale contesto in cui erano collocati per assumere un senso diverso da quello originario, sia infine nell'imponente *Merzbau* di Kurt Schwitters, una "scultura" realizzata mediante l'*assemblage* di oggetti trovati per caso e aggiunti, giorno dopo giorno, in un arco di tempo di dieci anni fino ad occupare i tre piani della casa dell'artista.

In questa linea si inserisce, anche se concettualmente diversa, la decontestualizzazione operata dagli artisti surrealisti: essi non attribuivano alcuna importanza all'immagine e utilizzavano nelle loro opere figure ritagliate da stampe o da fotografie ed oggetti d'uso quotidiano: non erano le immagini a modificarsi ma le relazioni con cui normalmente si associavano. Nella stessa direzione vanno le ricerche figurative degli artisti della Pop Art: alla tecnica organizzata, progettuale, tipica delle società industrializzate, contrappongono una tecnica non progettuale, il *bricolage*[5]. L'artista accumula oggetti, secondo una logica di appropriazione, e poi o li mette insieme con gesti istintivi o li frantuma; con questo comportamento tecnico l'artista-*bricoleur* rivela la vera natura della società industriale che, dietro l'ordine apparente di una progettualità tecnologica, riconduce l'uomo civilizzato ad un livello primitivo.

Dopo aver brevemente analizzato i presupposti culturali e figurativi che consentono di cogliere alcune implicazioni del concetto di assemblaggio con gli aspetti ideativi del fare artistico, risulta, a questo punto, indispensabile, per poterne proporre una ridefinizione in chiave progettuale,

spostare il nostro punto di osservazione ed operare una rilettura degli aspetti tecnici ed operativi da sempre legati al concetto stesso.

L'assemblaggio ha assunto grande importanza nei metodi produttivi moderni; infatti rispetto alle tradizionali tecniche di *giunzione*, basate sull'accostamento e la compenetrazione di pezzi opportunamente tagliati e modificati, i moderni metodi di produzione, basati sull'impiego di *componenti industriali finiti,* presentano connessioni che non richiedono operazioni di taglio o di adattamento che alterano in qualche modo la forma e la dimensione originarie; inoltre, in questa logica produttiva ed assemblativa, eventuali *pezzi di ricambio* per la *sostituzione* o la *manutenzione* dell'intero organismo o di parti di esso, possono essere forniti dall'industria secondo gli stessi *standards* produttivi e di montaggio senza che avvenga alcuna sostanziale alterazione nel pezzo singolo e nell'intero organismo. Nell'ambito della produzione industriale generalmente si distingue il montaggio in due fasi: il montaggio vero e proprio, che consiste nell'unione di due o più elementi per formare una parte della macchina funzionalmente definita, e l'assemblaggio, che consiste nell'unione delle varie parti, precedentemente montate, in un unico insieme per formare la macchina[6]. Si può quindi affermare che, oltre ad una precisa differenziazione di carattere temporale ed operativa, la fase dell'assemblaggio, a differenza di quella del montaggio previsto per le singole parti, contiene livelli di complessità e di articolazione che interagiscono direttamente col progetto dell'insieme e con la struttura che regola i rapporti tra le parti.

In questo senso il concetto di assemblaggio si è posto, a partire dalla metà del secolo scorso, come uno dei principali riferimenti della progettazione architettonica moderna, caratterizzando tutte le sfaccettate **sperimentazioni** costruttive che si sono poste l'obiettivo di ricercare nuove metodologie operative al passo con i tempi e con i modi imposti dalla sempre più diffusa produzione industriale. Pur tralasciando aspetti importanti di questa storia che ha caratterizzato il rapporto tra architettura ed industria, l'assemblaggio può essere assunto come discriminante per rileggere i diversi approcci che hanno segnato la recente storia dell'industrializzazione edilizia.

Il termine assemblaggio è stato utilizzato nel settore della produzione edilizia industrializzata per individuare quella fase realizzativa in cui vengono posti in opera, mediante una serie di operazioni controllate e normate, gli elementi prefabbricati della costruzione secondo quanto previsto dal progetto del manufatto da realizzarsi. L'assemblaggio è divenuto, così,

un termine per indicare quella tecnica esecutiva industriale che definisce le modalità ed i tempi delle giunzioni di componenti funzionali appartenenti ad un sistema costruttivo[7]. La fase dell'assemblaggio, *in cui vengono riunite le parti per il montaggio* in vista della realizzazione di un organismo edilizio, comprende una serie di operazioni che si svolgono in cantiere, che vanno dal sollevamento degli elementi da montare al loro posizionamento in relazione alla funzione che svolgeranno nell'organismo finale, alla realizzazione dei necessari collegamenti con gli altri elementi della costruzione. Secondo questa accezione, l'assemblaggio potrebbe essere inteso come un insieme di tecniche e di metodi realizzativi di tipo industriale teso alla razionalizzazione delle operazioni del cantiere edilizio.

Il concetto di assemblaggio ha assunto, a partire dalla metà degli anni '60, un ruolo centrale nella definizione delle strategie produttive e progettuali che venivano messe a punto nell'ambito della industrializzazione edilizia. Riguardo agli aspetti metodologici propri di questo settore bisogna evidenziare come nella *progettazione architettonica per parti* l'attenzione si sposta sempre più dalla definizione dell'elemento *componente* (parte), all'individuazione della *struttura* (assemblaggio) che consente di passare dal componente al *prodotto finale* (edificio). Rispetto ai procedimenti costruttivi tradizionali, in un tale tipo di approccio il progettista, quindi, si colloca in una fase del processo ideazione esecuzione, che sempre più si avvicina a quello corrispondente alla fase dell'assemblaggio di altri cicli produttivi industriali.

La separazione tra la fase di montaggio del pezzo singolo - che avviene in fabbrica - e la fase di assemblaggio dei pezzi per la realizzazione del prodotto finale - che avviene prevalentemente in cantiere - investe problematiche più generali riguardanti le trasformazioni avvenute nella progettazione architettonica nel passaggio dai modi di costruire tradizionali a quelli industrializzati, che prevedono l'impiego di sistemi e componenti prefabbricati.

Il cantiere perde il suo aspetto di *fabrica* in cui vengono realizzate parti della costruzione mediante macchinari e tecniche di vario tipo, in quanto è nella fabbrica, lontano dal cantiere, che le materie prime sono trasformate in componenti e prodotti per la costruzione. Il cantiere si trasforma in un luogo di assemblaggio di parti prefabbricate mediante tecniche di tipo industriale. L'introduzione di parti prefabbricate e l'industrializzazione dei procedimenti costruttivi hanno determinato il progressivo passaggio da collegamenti *a umido* ad altri *a secco* di tipo meccanico, per

cui i giunti, nell'aspetto tecnologico e nell'incidenza estetica, acquistano nella progettazione una maggiore importanza. La necessità di precisare adeguatamente in sede progettuale i modi di connessione tra le parti, ponendo in primo piano la questione del **dettaglio,** conferisce al **giunto** un ruolo meglio definito rispetto a quello che svolgeva nei procedimenti costruttivi tradizionali, sia sotto il profilo tecnico, in quanto sono maggiormente precisate le funzioni dei singoli componenti, sia sotto quello estetico, in quanto esso interagisce fortemente con il risultato formale della composizione[8]. In sostanza, concordando con Enzo Frateili, si può affermare che «il giunto si definisce - e si arricchisce nelle soluzioni - in relazione diretta col precisarsi e col razionalizzarsi dei processi costruttivi, dei materiali e delle loro tecnologie secondo la sequenza del ciclo produzione-montaggio»[9].

In tema di strategie progettuali basate sull'impiego di componenti industriali di diversa provenienza produttiva si prospettavano all'inizio degli anni '70 due orientamenti contrapposti, caratterizzati l'uno dalla presenza, l'altro dall'assenza di un nesso di intenzionalità fra la progettazione delle parti e quella dell'insieme: l'assemblaggio di componenti in una logica di organizzazione produttiva edilizia, il *componenting*, e l'assemblaggio di elementi prefabbricati generici al di fuori dei sistemi di componibilità, *l'assemblage*.

Il **componenting** prevedeva l'anticipazione delle molteplici relazioni tra gli elementi in sede di progettazione dei repertori di componenti, puntando soprattutto sulla funzione relazionale che questi erano chiamati ad assolvere. Nell'approccio per componenti la fase dell'assemblaggio assumeva un'importanza fondamentale nell'ambito dell'intero processo (produzione-progettazione-esecuzione) e la progettazione dell'organismo architettonico si trasformava in programma operativo perdendo sempre più i caratteri della descrizione costruttiva. In questo caso, l'assemblaggio diviene metodo progettuale irrinunciabile in cui sono affrontati tutti i problemi di carattere operativo ma, soprattutto, sono prefigurati gli esiti architettonici della costruzione e, secondo Raffaella Crespi «questo della *struttura di assemblaggio* è probabilmente il problema di fondo della industrializzazione edilizia intesa come *tecnica dell'architettura* in senso stretto»[10].

In questa ottica il ruolo dell'assemblaggio si pone con caratterizzazioni tipicamente progettuali e con metodologie diverse da quelle tipiche della *prefabbricazione chiusa.* Acquistano maggior rilievo, infatti, i problemi relativi al rapporto che si instaura all'interno della costruzione tra

parte ed insieme, componente ed organismo, elemento e modi di assemblaggio. Ancora secondo Crespi, «una progettazione *a catalogo*, che ipotizzi cioè di poter usare parti (prodotti intermedi) che sono state progettate e costruite indipendentemente dall'organismo architettonico (prodotto finale), presuppone inizialmente una condizione: quella di disporre di una struttura di assemblaggio che tenga insieme queste parti. (...) Se per *struttura* intendiamo l'insieme di relazioni che legano oggetti differenti tra loro, è evidente che la struttura di assemblaggio di un organismo qualsiasi può essere anche intesa, per esempio, come un *insieme di norme*, oppure come una *tipologia*»[11] .

La componibilità come strategia produttiva esigeva per forza di cose l'**intercambiabilità** degli elementi e presentava due problemi distinti: quello della dimensione degli elementi e quello delle connessioni tra gli elementi. Il primo era risolto sulla base della teoria e della normativa della coordinazione modulare, il secondo rimandava invece a ricerche sulla normalizzazione e sulla unificazione dei giunti. L'insuccesso di questa strategia, ritenuta per anni l'unica alternativa possibile ai procedimenti tradizionali ed ai sistemi industrializzati completi, fu dovuto in parte alle difficoltà di stabilire a priori le diverse modalità di connessione - a causa della grande varietà delle soluzioni di giunzione e delle diversità fisiche e morfologiche degli elementi da assemblare - ed in parte all'atteggiamento ostruzionistico delle industrie, poco propense a modificare radicalmente i loro criteri produttivi in vista di un mercato unificato. Inoltre una prefigurazione eccessiva degli elementi e dei tipi di giunzione avrebbe potuto limitare fortemente le intenzionalità architettoniche al momento della composizione dell'edificio.

Riguardo all'altra posizione che emergeva dal dibattito sulla prefabbricazione all'inizio degli anni '70, Enzo Frateili sosteneva che un'accezione più ampia e certamente più spregiudicata della prefabbricazione aperta o per componenti si poteva leggere in quelle opere «ottenute per assemblaggio architettonico di elementi prefabbricati provenienti spesso da produzioni generiche o talvolta esterne all'edilizia». I progettisti di queste architetture, operando al di fuori dei sistemi di componibilità, con componenti non predestinati o improvvisati, potevano basarsi unicamente sulle loro capacità di prefigurare l'assemblaggio compositivo per operare le scelte necessarie al raggiungimento del risultato finale. «La stessa deviazione nella loro destinazione d'uso mette effettivamente questi componenti in una condizione di *neutralità* dovuta alla loro *impreparazione* in questo senso, rispetto alle composizioni delle

quali vengono a far parte»[12]. I sostenitori di questa strategia partivano dal presupposto che, essendo troppo labile la relazione tra progettazione delle parti e progettazione dei possibili assemblaggi, fosse necessario rinviare il problema dell'assemblaggio alle specifiche occasioni di impiego, spostando tutto l'impegno progettuale verso la composizione architettonica nelle singole situazioni.

Questa strategia produttiva e progettuale, basata sulla ricerca di una maggiore neutralità dei *pezzi* salvaguardando la loro qualità tecnologica, non trovava in quegli anni molti sostenitori tra i teorici dell'industrializzazione edilizia; a questo proposito, infatti, era opinione diffusa che l'*assemblage* presupponesse «da un lato la condizione limite di un componente *senza forma*, e dall'altro, e nella misura in cui il nesso relazionale fosse accantonato, la concezione implicita del componente come oggetto autonomo (sia pure di buon disegno) contraddicendo così la sua stessa ragione d'essere, ed avvicinando l'operato dell'architetto ad un lavoro di *collage*»[13].

L'esempio, forse, più emblematico di un modo di concepire l'architettura come *assemblage* è rappresentato dalla casa che Charles Eames costruì per sé nel 1949 sulle colline di Los Angeles. La casa, progettata qualche anno prima insieme ad Eero Saarinen, venne pensata e realizzata per addizione di elementi semplici appartenenti ad una vasta produzione di componenti prefabbricati, impiegati in quegli anni per edifici industriali. L'uso altamente creativo del concetto di sistema e l'impiego di prodotti a catalogo raggiungono livelli inattesi: è la prima volta che un edificio, realizzato con particolari intenzionalità estetiche ed architettoniche, viene costruito ricorrendo esclusivamente all'assemblaggio di prodotti industriali.

Di quest'opera la critica architettonica ha per lo più messo in evidenza gli aspetti puramente formali ed espressivi trascurando, invece, il dato relativo alle particolari modalità progettuali perseguite nel delineare una forma architettonica a partire da sistemi tecnologici già dati, reimpiegati tuttavia in maniera del tutto innovativa. L'assemblaggio viene inteso da Eames come una tecnica ideativa propria della civiltà industriale, una tecnica cioè capace di guidare il progetto in tutte le sue fasi, mediando tra le esigenze metodologiche e processuali dell'industria e gli aspetti compositivi ed espressivi dell'architettura.

Eames, che è stato definito da certa critica in maniera riduttiva un *bricoleur*, assume, in sintonia con la sua vocazione di industrial designer, un ruolo di semplice selezionatore e assemblatore, nel senso con cui, abbiamo visto, molti artisti d'avanguardia realizzavano *collages* o *assemblages* più che dipingere. Eames realizza in questo modo due principi dell'età delle macchine, solo teorizzati dal Movimento moderno: sul piano operativo si limita ad assemblare pezzi già esistenti, facilmente reperibili, prodotti a macchina e, quindi, già dotati di una loro qualità intrinseca, e concentra tutte le proprie energie creative nell'**invenzione** delle connessioni tra i diversi elementi costruttivi; sul piano compositivo, invece, riesce a tradurre in linguaggio architettonico la natura industriale delle parti componenti.

La casa è divenuta un esempio paradigmatico per molte esperienze architettoniche successive. Essa, infatti, è stata considerata nel corso degli anni come un modello di riferimento per molti progettisti, americani ed europei, che hanno cercato di interpretare i contenuti innovativi della produzione industriale a scopi abitativi. In questa direzione vanno alcune esperienze progettuali di Helmuth Schulitz, Norman Foster, Richard Rogers e Michael Hopkins maturate negli anni '70, che possono essere accomunate dalla definizione di Bruno Zevi di *architettura dell'assemblaggio* e che costituscono il germe di quella che è stata poi definita come architettura *high-tech*.

Alcuni aspetti dell'*assemblage*, nell'ambito dell'attuale contesto tecnico-produttivo, assumono carattere di attualità. Infatti, le trasformazioni avvenute in seno alla produzione industriale ed alla organizzazione produttiva edilizia fanno sì che concetti come *sistema costruttivo completo* o *procedimento costruttivo industrializzato*, maturati in un recente passato in un ambito produttivo monopolizzato dall'industrializzazione edilizia, appaiano desueti; si può tornare a parlare di *edificio*, inteso come *unicum* in cui progettista, impresa e produzione possono di volta in volta stabilire liberamente le regole del gioco ed il sistema di relazioni all'interno di un progetto di spazi abitabili.

Il progettista si trova in una condizione del tutto nuova rispetto al recente passato; egli ha infatti a disposizione - oltre ad una serie di procedimenti costruttivi industrializzati molto più flessibili di un tempo, frutto del progressivo affinamento delle ricerche in tema di prefabbricazione - una varietà di componenti industriali di piccole dimensioni e di semilavorati, concepiti al di fuori di logiche sistemiche e di *coordinazione modulare*, che costituiscono una sorta di immenso *catalogo* da cui attingere liberamente, in relazione alle esigenze della costruzione piuttosto che a quelle della produzione.

Questa rinnovata situazione produttiva crea i presupposti perché l'ar-

chitetto possa ricoprire quel ruolo originario di *operatore di connessioni*, sia pure in forme innovative, e gli restituisce in qualche misura la libertà di scelta che con l'industrializzazione edilizia aveva progressivamente perduto. Il progetto diventa, o torna ad essere, un momento in cui poter sperimentare nuove soluzioni tecniche e di dettaglio, poter lavorare sulle connessioni tra componenti industriali diversi e risolvere i problemi che scaturiscono dalla coesistenza all'interno della stessa costruzione di tecniche innovative e tradizionali.

Progettare correttamente l'assemblaggio di parti prodotte dall'industria è operazione dalla quale il progettista oggi non può più prescindere, in quanto i materiali ed i prodotti che si mettono insieme sono dotati di contenuti propri che devono essere interpretati, adeguati e *piegati* alle necessità del progetto. Non essendo possibile demandare alle fasi di cantiere operazioni di *aggiustaggio*, è necessario pensare per tempo, sin dalle prime fasi ideative, alle modalità di messa in opera, allo scopo di facilitare le operazioni alla mano d'opera, oggi meno qualificata di un tempo. Un lavoro progettuale di questo tipo pone in una nuova luce la ricerca del dettaglio costruttivo, colpevolmente trascurata nella pratica progettuale di questi ultimi decenni; l'edilizia industrializzata, infatti, operando per regole, modelli e connessioni date, ha circoscritto e limitato fortemente le possibilità e le capacità operative dell'architetto: l'uso di tecnologie evolute ha comportato che la maggior parte delle scelte, comprese quelle di dettaglio, risultassero già compiute da altri operatori, intervenuti più a monte, nella progettazione delle parti e delle regole connettive che costituivano il *sistema tecnologico*[14]. Il progetto del dettaglio diviene condizione indispensabile per garantire la qualità tecnologica dello spazio costruito, non intendendo con questa il puro e semplice soddisfacimento delle condizioni di esercizio di un edificio ma anche e soprattutto la qualità del percorso progettuale. Diventa fondamentale per il progettista il controllo, a tutti i livelli, del design delle connessioni, interpretando i contenuti tecnologici dei prodotti e dei componenti industriali impiegati e prevedendo i modi e la successione in cui essi saranno connessi nel cantiere.

Il progettista può basare il suo lavoro su *nozioni tecniche semilavorate*[15] più evolute e affinate - in quanto hanno già subìto un processo di selezione - rispetto a quelle dell'edilizia tradizionale ed al tempo stesso può non rinunciare alle sue scelte espressive ed alla ricerca inventiva di una soluzione costruttiva, laddove ritenga che la prassi tecnica non sia in grado di dare risposte adeguate ad un determinato problema progettuale.

Oggi la definizione dei contenuti tecnologici e materiali delle scelte

progettuali che consentono di realizzare un edificio avviene in un campo di opzioni ampliatosi a dismisura, a causa del numero elevatissimo di prodotti industriali presenti sul mercato. Le strategie produttive per l'edilizia puntano sempre più su prodotti e componenti di piccole dimensioni, mono-funzionali, in grado cioè di rispondere solo parzialmente alla funzione della parte a cui sono destinati, e caratterizzati da un'ampia flessibilità d'impiego per cui, spesso, possono soddisfare lo stesso requisito progettuale tramite operazioni di adattamento e di ibridazione.

Questi prodotti, in quanto dotati di una minore capacità rispetto ad un **componente** finito di predeterminare la configurazione finale dell'edifico, contribuiscono a risolvere alcuni problemi progettuali posti dall'industrializzazione edilizia. Ma, al tempo stesso, proprio per questi motivi pongono problemi nuovi sul piano costruttivo e prestazionale. Il progetto perde infatti i suoi riferimenti più immediati: quelli tradizionali, basati su un repertorio noto e limitato di tecnologie, la manualistica e le regole dell'arte, e quelli più recenti, maturati con le prime esperienze di industrializzazione, basati sulla adozione di un sistema di prefabbricazione che impone scelte tecnologiche bloccate e preordinate, spesso fino alla scala del dettaglio.

A differenza delle operazioni di montaggio dei componenti prefabbricati completi, l'assemblaggio di questi prodotti avviene in opera senza che si sia potuto eseguire alcun controllo preventivo sugli effetti della loro aggregazione. In questo modo il progetto assume un carattere di vero e proprio *assemblage* ed il controllo della qualità della costruzione può avvenire solo a posteriori, ad assemblaggio avvenuto, nel momento in cui è possibile valutare il comportamento globale dell'insieme costruito.

In un contesto così complesso appare evidente che la progettazione può difficilmente prescindere da un attento impiego delle tecniche di assemblaggio ma, soprattutto si impone una riflessione sui contenuti metodologici insiti in questo concetto, allo scopo di ricercare nuove strategie operative in sintonia con le innovazioni produttive da un lato e con le nuove pratiche costruttive dall'altro. Lo studio delle tecniche di assemblaggio, e più in particolare di quelle che consentono l'assemblaggio *a secco* di parti della costruzione, non dovrebbe caratterizzare solamente le fasi esecutive ma piuttosto costituire una componente fondamentale della progettazione, intervenendo sin dalle prime fasi di ideazione dell'opera da realizzare.

Il campo delle giunzioni *a secco*, che ha costituito un riferimento operativo soprattutto per le esperienze di **prefabbricazione leggera**, presen-

ta aspetti progettuali di grande interesse, non ancora sufficientemente indagati dalla nostra cultura tecnologica, che possono, in qualche misura, contribuire alla ridefinizione in termini metodologici e progettuali dell'assemblaggio. Le tecniche esecutive basate sull'*assemblaggio a secco* di elementi finiti e di dimensioni ridotte, infatti, permettono di pensare al manufatto da realizzare in termini di maggiore *flessibilità*, *reversibilità* e *manutenibilità*, condizioni che costituiscono presupposti irrinunciabili per il processo progettuale e costruttivo contemporaneo.

L'assemblaggio *a secco* di componenti e prodotti industriali garantisce una maggiore flessibilità progettuale rispetto ad altri sistemi di giunzione, permettendo, inoltre, al progetto di confrontarsi adeguatamente con le enormi possibilità offerte dal mercato; infatti, impostando il progetto sin dalle prime fasi sulla base dell'impiego di tecniche esecutive *a secco*, è possibile operare delle scelte che non condizionano il progetto inzialmente ma lasciano anzi spazio all'introduzione di quei prodotti e di quelle tecniche che possono risultare più idonei alla realizzazione dell'insieme. Inoltre tali scelte possono puntare ad esaltare più che mortificare la grande varietà tecnologica che caratterizza la produzione contemporanea, preservando le caratteristiche formali e dimensionali, oltre che le qualità tecnologiche, delle singole parti e dei singoli prodotti che concorrono alla realizzazione dell'insieme.

Ciò vuol dire superare l'atteggiamento, ancora molto diffuso tra i progettisti, che tende ad uniformare all'interno dell'edificio realtà costruttive molto diverse, per puntare, invece, ad una corretta giustapposizione degli elementi a disposizione con l'obiettivo di raggiungere livelli di **innovazione** nelle prestazioni funzionali e di adeguare il linguaggio architettonico alle nuove realtà produttive.

La tendenza all'annullamento e all'omologazione delle specificità tecnologiche delle singole parti e dei singoli componenti all'interno del progetto, che ha generato un appiattimento nelle forme degli edifici ed un freno alla ricerca di innovazioni tecniche, è il risultato della latitanza da parte dei progettisti verso i problemi del **costruire**. Negli ultimi decenni, infatti, i progettisti, avvertendo l'incapacità di controllare la realtà produttiva e di confrontarsi con le metodologie e le logiche industriali, hanno delegato di fatto alle imprese di costruzione le scelte tecniche e strategico-realizzative; queste hanno sperimentato i più svariati accostamenti tecnologici, raggiungendo in alcuni casi anche risultati interessanti, ma hanno preso in considerazione come unico parametro di valutazione l'economicità della soluzione tecnica adottata.

A tal proposito è necessario sottolineare come la scarsa attitudine ad impiegare correttamente le tecniche di industrializzazione, dimostrata dalla gran parte dei progettisti che si sono confrontati con metodi innovativi di produzione edilizia, rappresenti una delle principali cause degli scompensi che si sono verificati negli ultimi decenni tra costruire ed abitare. E Guido Nardi, che tra i primi si è interrogato su tali questioni, sostiene che «proprio la confusione fra tecniche di produzione e tecniche di assemblaggio, che ha portato la ratio produttiva a predominare sulla ratio progettuale, potrebbe spiegare l'insoddisfazione che da più parti si leva per i prodotti attuali dell'architetto o, sarebbe meglio dire, del progettista»[16].

Le considerazioni svolte sull'assemblaggio a secco trovano un immediato campo di verifica nel processo costruttivo di architetture dotate di grande complessità; questo tipo di processo non può prescindere dal ricorso a strutture organizzative, a metodologie, a prodotti, a tecniche e a **tecnologie trasferite** da settori industriali evoluti. Diviene indispensabile, in questi casi, concepire il lavoro di progettazione in termini strategici puntando, sin dalle prime fasi ideative, sull'assemblaggio *a secco* di componenti e sistemi prodotti industrialmente; tale atteggiamento potrebbe consentire alcuni gradi di libertà nelle fasi esecutive a costruttori, produttori, esperti di vari settori, lasciando loro la possibilità di intervenire, ciascuno con la propria competenza, senza stravolgere il senso del progetto. In questo modo il progettista può spostare il proprio obiettivo specifico dalla definizione delle tecniche esecutive da impiegare alla individuazione delle relazioni che si devono instaurare tra le diverse tecniche e le diverse competenze nel processo costruttivo, determinando, in alcuni casi, un ventaglio di possibilità esecutive al cui interno poter approssimare la soluzione definitiva con il contributo sinergico di tutti gli operatori che concorrono alla realizzazione dell'opera.

In conclusione la rilettura dell'assemblaggio nei termini su esposti ci consente di proporne l'adozione come uno dei paradigmi di riferimento per il progettare e il costruire contemporaneo, intendendo queste attività come esperienze teoriche e pratiche in grado di sintetizzare le istanze e le esigenze della società contemporanea e di esprimere la cultura industriale che caratterizza a tutti i livelli la nostra epoca.

Superando le accezioni tecnicistiche che ne hanno condizionato lungamente l'uso, l'assemblaggio si arricchisce oggi di valenze progettuali, caratterizzate da fattori di *flessibilità,* di *reversibilità* e di *adattabilità*. Esso può essere assunto come *strategia progettuale* e *strumentazione*

metodologica fondamentale per comporre parti semplici e complesse della costruzione, formalmente definite, in grado di salvaguardare la ricchezza tecnologica che le sottende e contribuire alla realizzazione di architetture in cui l'intenzionalità estetica si riferisca, senza subirlo, al contesto tecnico-produttivo del nostro tempo. Tale strategia consente, inoltre, di coniugare, all'interno di una stessa costruzione, tecniche e materiali tradizionali ed innovativi, ricercando nuove relazioni tra elementi costruttivi artigianali ed industriali, spesso ritenuti incompatibili da una prassi costruttiva poco attenta all'evoluzione della produzione.

In una logica di ricongiunzione tra teoria e prassi, tra materiale ed immateriale, tra momento ideativo e momento esecutivo del costruire, utilizzando una felice espressione di Eduardo Vittoria, si può definire l'assemblaggio come *ideazione progettante,* intendendo con essa una tecnica essenzialmente ideativa, sintesi tra cultura del design e cultura industriale, in grado di determinare le relazioni tra elementi tangibili ed intangibili del costruire, non solo, quindi, tra materiali, prodotti e tecniche differenti ma anche tra competenze, specificità e possibilità. E in questa nuova visione del costruire il progetto si configura «come un gioco sul componente; ma sul componente intellettuale più che su un assemblaggio di pezzi. Esso diventa un collage di possibilità, di suggerimenti, di soluzioni»[17].

Note

1. Vittorio Gregotti, *Della tecnica*, in *Dentro l'architettura,* Boringhieri, Torino, 1991, p. 56.

2. Ibidem.

3. Eduardo Vittoria, *Il "Costruttivismo progettante" di Konrad Wachsmann*, in Anna Maria Zorgno (a cura di), *Holzhausbau. Costruzioni in legno*, Guerini Studio, Milano, 1992, p. 9.

4. Giulio Carlo Argan, *Progetto e destino*, Il Saggiatore, Milano, 1965, pp. 38-39.

5. Su tale argomento si confronti Claude Lèvi-Strauss, *Il pensiero selvaggio* (1962), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1964.

6. Cfr. Voce *Montaggio*, in *Enciclopedia Europea*, Garzanti, Milano, 1976.

7. I sistemi industrializzati si sono basati prevalentemente su due tipi di montaggio: il montaggio di elementi finiti in ogni loro parte e il montaggio di elementi da completare in opera. Gli sforzi della ricerca in materia di industrializzazione dell'edilizia si sono appuntati principalmente su questo ultimo tipo di montaggio, in quanto esso permetteva di risolvere alcuni problemi di fondo come quello delle giunzioni tra elementi di grandi dimensioni.

8. Nella pratica costruttiva tradizionale le connessioni rivestono un ruolo secondario

sotto l'aspetto progettuale, in quanto la loro definizione avviene per lo più in cantiere ed i collegamenti "a umido" risultano congeniali ad un modo di operare basato prevalentemente sulle regole dell'arte tramandate. In questo senso non necessitano di uno studio approfondito all'interno del progetto perché il progettista può delegare alcune decisioni tecniche all'artigiano senza per questo inficiare la qualità del progetto stesso. «Nella produzione tradizionale le giunzioni degli elementi costituenti erano estremamente diffuse per le ridotte dimensioni degli elementi stessi e la finitura, oltre ad avvenire in modo temporalmente coerente, raggiungeva lo scopo di eguagliare la difformità di posa, di correggere i piani, di stendere uno strato protettivo su tutta la sommatoria di connessioni. Aumentando ora le dimensioni degli elementi, riunendo in essi molte volte sia le funzioni statiche sia quelle di difesa, si ha una diminuzione ed una concentrazione delle connessioni con il proporzionale ingigantirsi delle difficoltà di realizzazione in relazione sia al maggior valore che assumono le variazioni dimensionali dovute alle variazioni di temperatura, sia al convergere in tali punti singolari dei problemi di ordine statico. E' pertanto evidente che il problema delle giunzioni è tra i più delicati» (Marcello Grisotti, voce *Industrializzazione edilizia e prefabbricazione*, in *Enciclopedia dell'Ingegneria*, vol.VII, Isedi, Milano, 1973).

9. Enzo Frateili, «Verso una teoria delle connessioni in edilizia», *Prefabbricare*, n. 9-10, 1967.

10. Raffaella Crespi, *Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura*, Angeli, Milano, 1979, p. 46. *Componenting* e *components approach* sono termini inglesi che individuano «un metodo di progettazione e produzione dell'oggetto architettonico che si basa sulla disponibilità di gamme di elementi componenti progettati e prodotti in modo da potersi variamente integrare tra loro, con il massimo possibile di combinabilità e di intercambiabilità. Il carattere principale di questa tendenza risiede nel focalizzare l'attenzione sul problema della correlazione tra le parti e l'insieme, cioè sull'organizzazione dei procedimenti (sia a livello della progettazione che a quello della produzione e del montaggio), spostando i criteri di "economicità" alla valutazione delle relazioni tra le parti piuttosto che ai caratteri intrinseci delle parti stesse, le quali sono prodotte da industrie diverse settorialmente specializzate». Esempi emblematici di questa strategia produttiva sono alcuni progetti di sistemi e di interventi su programmi maturati in Inghilterra e nell'America del nord alla metà degli anni '60. Questa strategia pone un nuovo problema che potremmo definire di carattere metodologico; infatti il progettista del componente opera come un architetto-designer, partecipando dei metodi e delle tecniche propri del campo dell'industrial design, mentre «l'operazione di assemblaggio viene fatta grazie a conoscenze, maturità, esperienze più prettamente architettoniche, in quanto l'operatore dell'assemblaggio e progettista dell'organismo dispone già di parti precostituite in cui la dominante tecnologica è già stata risolta» (Raffaella Crespi, *op. cit.*, p. 46).

11. Raffaella Crespi, *op. cit.*, pp. 44-46. Studi e ricerche sull'assemblaggio, basati da un lato sulla messa a punto di strutture geometriche o di schemi tipologici per risolvere i problemi di coordinazione dimensionale degli elementi e dall'altro sulla ricerca di tipizzazione dei giunti, hanno caratterizzato molti esperimenti di prefabbricazione. Per struttura di assemblaggio si possono intendere sistemi di relazioni di diversa natura: sistemi di coordinazione dimensionale o gamme di reticoli geometrici che riguardano la forma e la dimensione del pezzo; sistemi di varianze e permanenze nelle tipologie architettoniche che interessano le posizioni reciproche dei componenti; strutture-modello, intese come insieme di norme interrelate. A questo riguardo si veda Marcello Grisotti, *op. cit.*

12. Enzo Frateili, *Un'autodisciplina per l'architettura*, Dedalo, Bari, 1973, pp. 39-40.

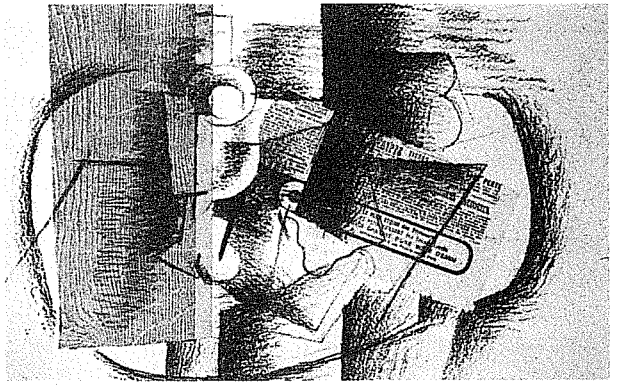
13. Enzo Frateili, *op. cit.*, p. 59.

14. «Se nell'edilizia tradizionale il progetto del dettaglio può intendersi come l'insieme delle modifiche di un numero fissato di tipi costruttivi, nell'edilizia industrializzata, dove i dettagli sono le specifiche degli elementi e delle loro connessioni, il progetto del dettaglio interviene assai blandamente su modelli codificati» (Enzo Legnante, Antonio Lauria, *L'architettura nei dettagli*, Alinea, Firenze, 1988, p. 57).

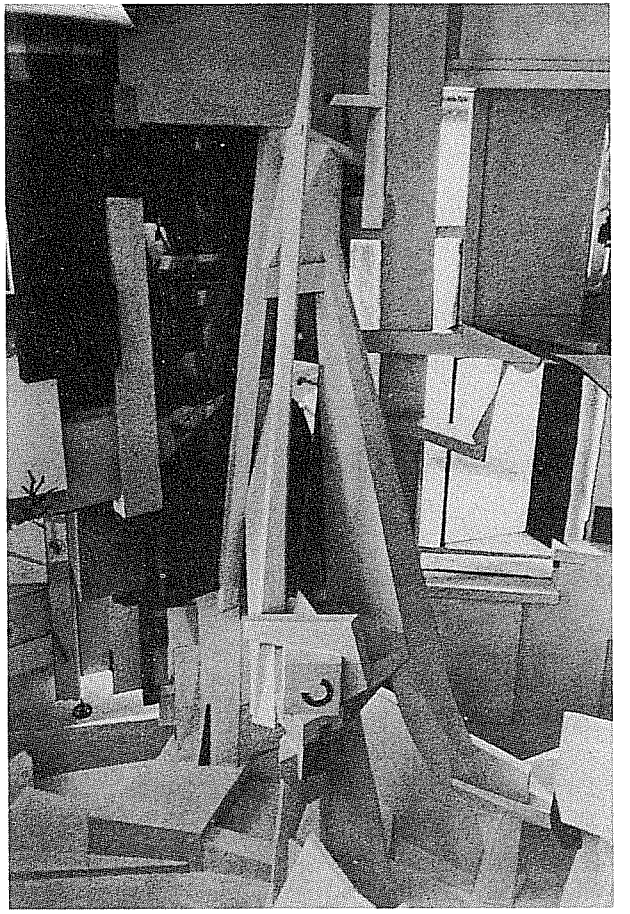
15. Questo concetto è stato espresso da Vittorio Gregotti in un suo articolo dal titolo «L'elogio della tecnica», *Casabella*, n. 480, 1982.

16. Guido Nardi, *Le nuove radici antiche*, Angeli, Milano, 1987, p. 43.

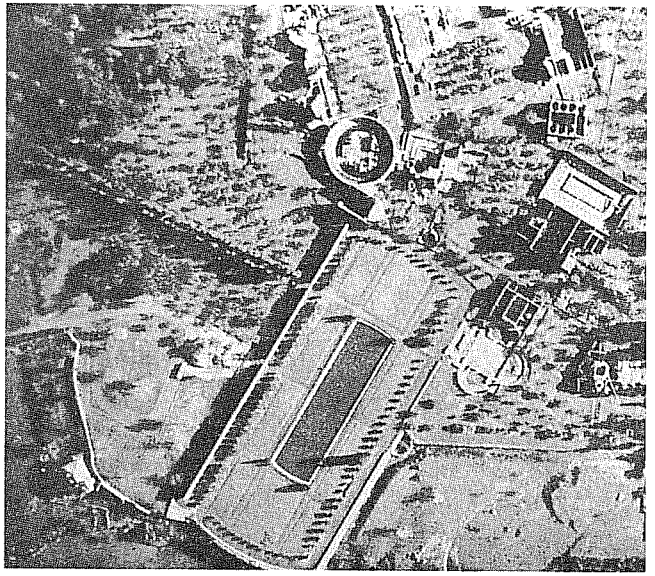
17. Eduardo Vittoria, *Le Regole del gioco*, in Cosimo Carlo Buccolieri (a cura di), *L'officina dell'architetto,* Ente Fiera, Bologna, 1985, p. 33.



7 - George Braque, Papier collé, 1913.
Le nature morte del 1912-13 di Picasso e Braque, realizzate con la tecnica del collage e del papier collé presentavano sulla superficie della tela ritagli di giornali, pezzi di carta o di stoffa ed altri materiali trovati nella realtà quotidiana.

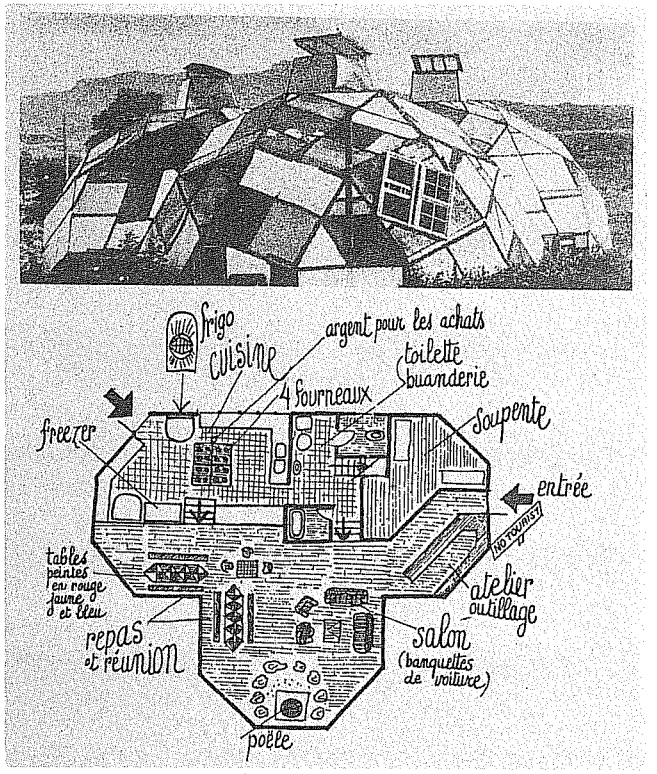


8 - Kurt Schwitters, Interno del Merzbau, Hannover, 1923-33.
Il Merzbau - dove Merz è una parola che non ha alcun significato - è una sorta di colonna o di totem, una "scultura" realizzata mediante l'assemblaggio di oggetti trovati per caso e aggiunti giorno dopo giorno in un arco di tempo di dieci anni fino ad occupare i tre piani della casa dell'artista.

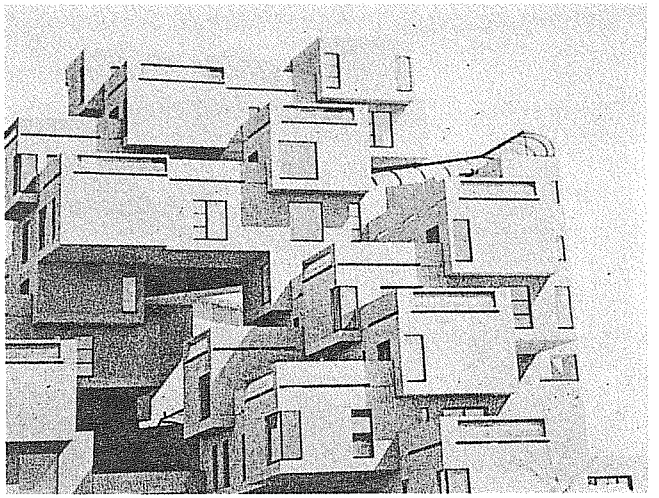


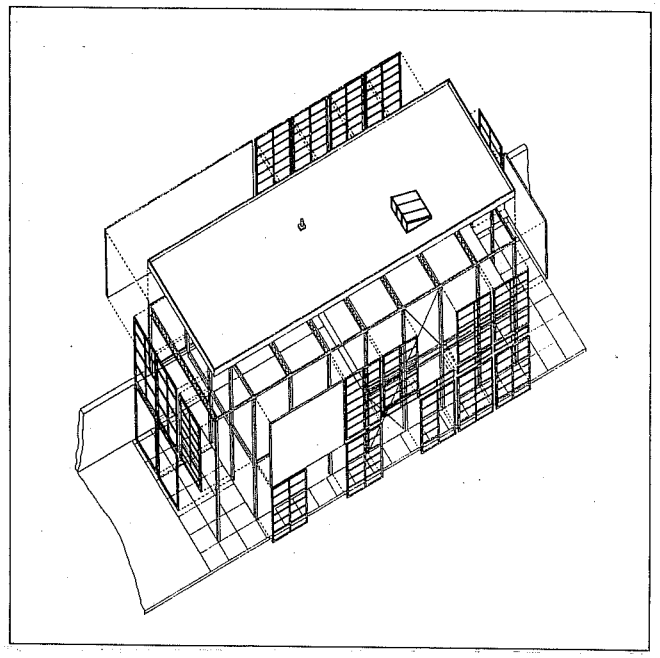
9 - La villa di Adriano a Tivoli , II secolo d.C.
La villa costituisce un esempio paradigmatico di un modo di concepire l'architettura come assemblaggio di edifici diversi ed autonomi che convivono in perfetto equilibrio all'interno di un complesso unitario. Le diverse costruzioni che compongono l'insieme, l'Accademia, il Pecile, il Canopo, il Liceo costituiscono una sorta di catalogo di tipologie edilizie e costruttive dell'architettura greca ed egiziana su cui si innesta la sofisticata tecnica costruttiva romana e la ricca cultura figurativa di Adriano.

10 - Steve Baer, Ricoveri della comunità "hippy" di Drop City, Colorado.
Queste costruzioni che si rifacevano agli studi di Fuller per le cupole geodetiche, si presentavano come grossi igloo dai colori vivaci ed erano realizzati con tetti, cofani e sportelli di automobili abbandonate inchiodati ad una struttura di legno.

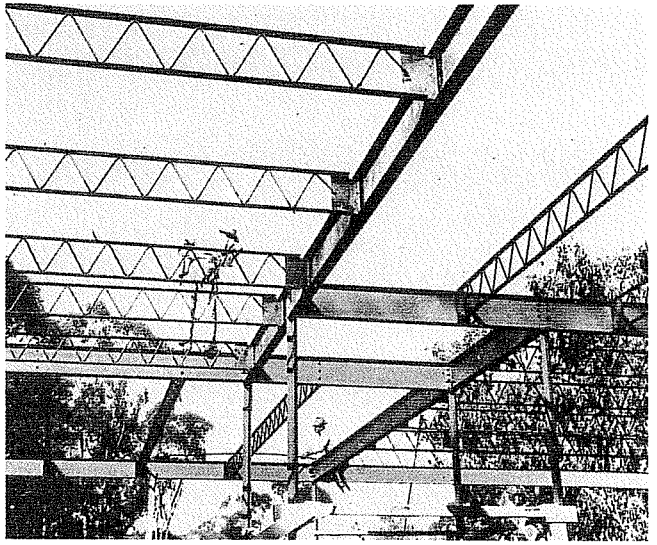


11 - Moshe Safdie, Habitat per l'Expo di Montreal, 1967.
Safdie propone una radicale alternativa nella progettazione di unità di abitazioni al monoblocco corbusieriano: le cellule prefabbricate, elementi tridimensionali funzionalmente e morfologicamente definiti, si incastrano a grappoli senza mai fondersi l'una con l'altra, secondo un assemblaggio aperto e flessibile, e strade-corridoi interni, panoramici, collegano le singole abitazioni agli enormi pilastri-ascensori.



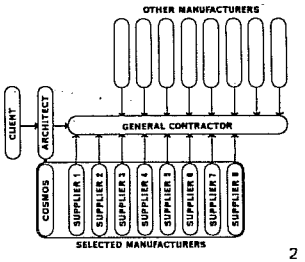


12 - Charles Eames, Santa Monica House, Los Angeles, California, 1948-49. Esploso assonometrico della casa.
La Santa Monica House venne realizzata ricorrendo esclusivamente all'assemblaggio di prodotti industriali disponibili a catalogo. Le chiusure esterne vetrate furono ordinate direttamente sul catalogo di vendita della ditta Truscon e trasportate in cantiere in telai standard preassemblati, pronte per essere montate all'interno della struttura metallica.

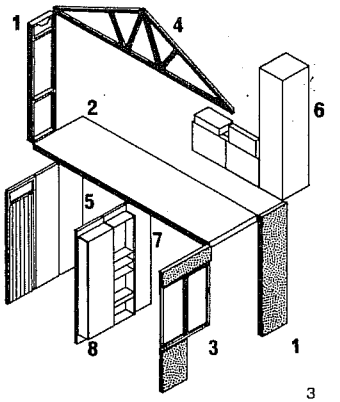


13 - Charles Eames, Santa Monica House, Los Angeles, California, 1948-49. Veduta della carpenteria metallica durante le fasi di assemblaggio delle travi reticolari. I collegamenti tra queste ed i profili aperti della struttura portante furono realizzati mediante saldature e bullonature.

2 — COSMOS, organigramma della struttura del consorzio.



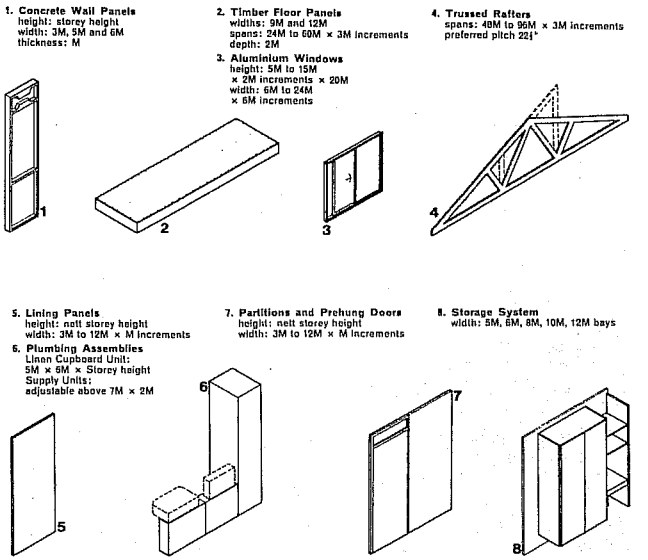
2



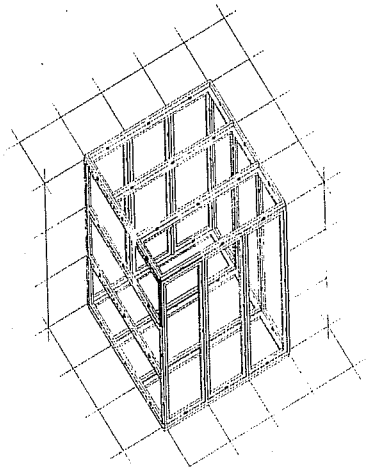
3, 4 — Schema di montaggio dei prodotti componenti di base (gli stessi, in basso, disaggregati): 1, pannello-parete di calcestruzzo; 2, pannello solaio; 3, finestra di alluminio; 4, capriata; 5, pannello di rivestimento; 6, blocco per le canalizzazioni degli impianti e assemblaggio degli apparecchi; 7, divisorio con porta; 8, sistema dei contenitori.

3

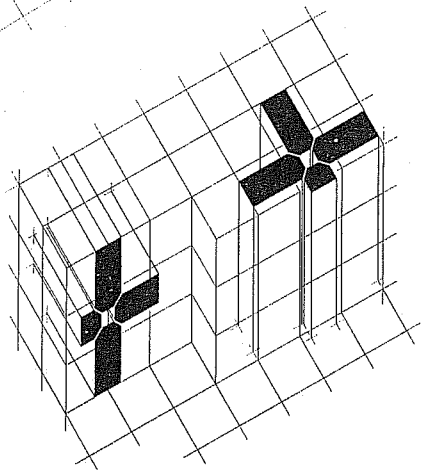
4

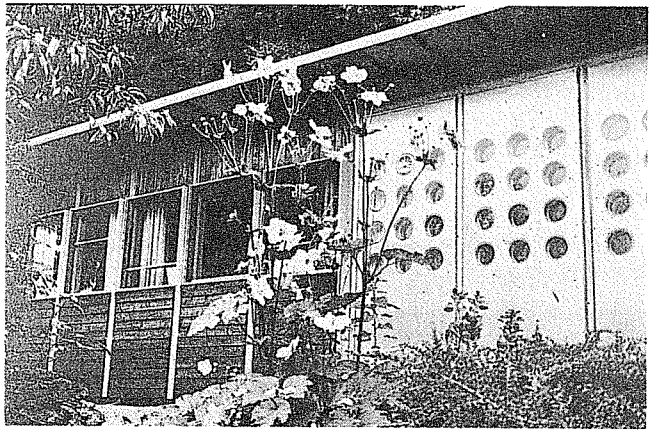


14 - Consorzio Cosmos (1965), Schema di montaggio dei componenti di base del sistema.
Nella strategia del componenting il progettista del componente opera come un architetto-designer, partecipando dei metodi e delle tecniche propri del campo dell'industrial design; l'assemblaggio, invece, avviene sulla base di conoscenze ed esperienze prettamente architettoniche, in quanto il progettista dell'organismo può disporre di parti predefinite in cui l'aspetto tecnologico è già stato risolto.

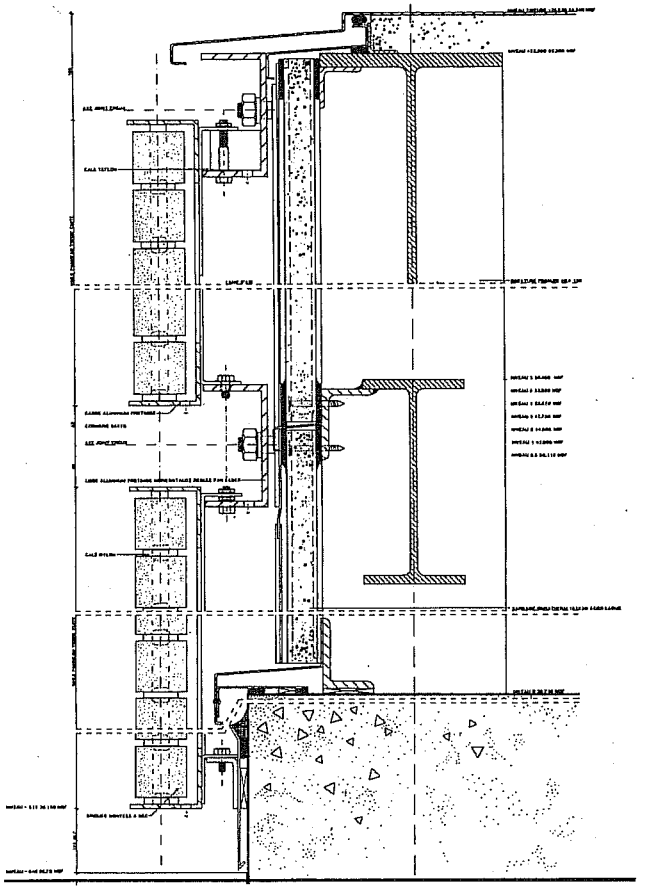


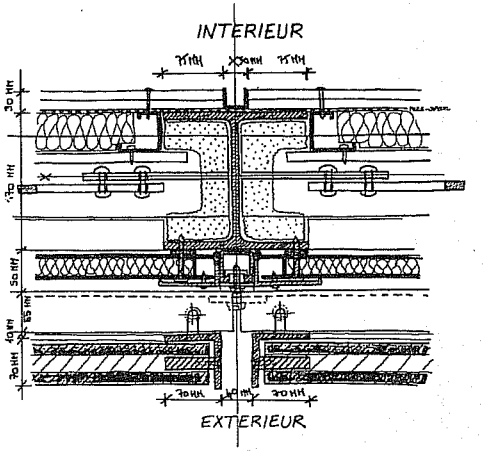
15 - Konrad Wachsmann e Walter Gropius, Schema di montaggio e giunti per il Packaged house system della General Panel Corporation, 1942-45.
Le ricerche progettuali di Wachsmann relative ai problemi di montaggio e di smontaggio dei giunti, alla loro producibilità industriale, alla loro forma e posizione , hanno rappresentato a partire dagli anni '60 un punto di riferimento, soprattutto di carattere metodologico, per le teorie delle connessioni nell'edilizia industrializzata.



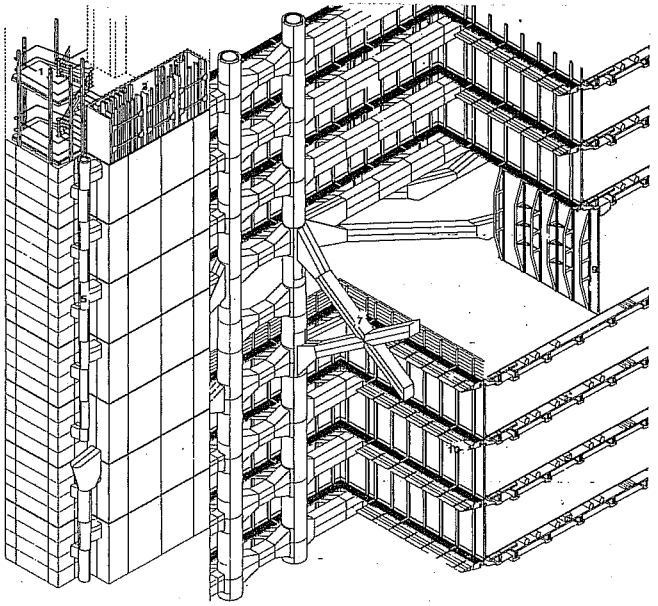


16 - Jean Prouvé, Maison Prouvé, Nancy, 1954.
Questa casa, realizzata per sé e la sua famiglia nel pressi di Nancy, concilia, in qualche modo, le due anime presenti nel lavoro di Prouvé: l'ingegnere e il bricoleur. Gli elementi leggeri che compongono la casa provenivano dalla sua vecchia fabbrica di Maxeville: i pannelli di facciata, le finestre ed il portico appartenevano infatti ad un prototipo realizzato per un sistema costruttivo per una scuola e mai andato in produzione. I diversi componenti furono assemblati dallo stesso Prouvé e dai suoi familiari in soli tre mesi con l'aiuto di pochissima mano d'opera esterna .





17 - Renzo Piano, Ampliamento dell'Ircam, Parigi, 1989.
Disegno della sezione tipo sulla facciata esterna di mattoni in cui è evidente l'uso innovativo di mattoni di terracotta assemblati "a secco". La scelta operata da Piano si è concretizzata nell'impiego di un materiale tradizionale e caratterizzante il contesto parigino, il laterizio, secondo tecniche di assemblaggio proprie dell'industria: i mattoni costituiscono un muro esclusivamente attraverso unioni di tipo meccanico.



18 - Norman Foster, Hong Kong and Shangai Bank, Hong Kong, 1981-86. Spaccato assometrico dell'edificio in cui risulta evidente l'articolazione dei sub-sistemi funzionali assemblati con tecniche esecutive "a secco". In questa costruzione l'assemblaggio è stato assunto come riferimento metodologico, oltre che operativo, per l'organizzazione dell' intero processo realizzativo.

Diversificazione

di Antonella Falotico

Con il termine inglese *standard*, che deriva dal francese antico *estendard*, bandiera, si è soliti indicare un modello che viene assunto come termine di riferimento. L'oggetto da cui prende origine la parola costituisce una prima traccia nella comprensione del significato di questo termine.

La bandiera rappresenta il simbolo di uno Stato, come anche, più in generale, di ogni forma di associazione che voglia dotarsi di un segno di riconoscimento: questo deve essere individuabile comunque sia rappresentato ed in qualsiasi forma. A tal fine è necessario che siano stabilite misure e proporzioni ben precise fra le parti affinché la riproduzione rispecchi, a qualsiasi scala, il modello originario.

E' interessante notare come l'esistenza di vincoli che normano in maniera rigorosa l'oggetto di cui si parla, non costituisca un condizionamento al tipo di rappresentazione o all'uso che di quest'oggetto si intende fare: una bandiera, infatti, può essere riprodotta in un gran numero di materiali diversi, può essere molto piccola o molto grande secondo le esigenze, ma il prodotto finale è sempre perfettamente riconoscibile.

Il modello, in questo caso, non costituisce un impedimento alla tecnica di rappresentazione, ma diventa garanzia di rispetto di alcune caratteristiche-tipo dell'oggetto, caratteristiche dettate dall'esigenza che tale oggetto sia sempre riconoscibile comunque lo si riproduca.

A questi concetti si collega la definizione del termine standardizzazione che viene intesa quale «azione rivolta a stabilire standard attraverso un continuo processo che individua gradi misurabili di uniformità e qualità»[1]. L'idea diffusa che abbiamo del concetto di standard[2] richiama senz'altro i procedimenti di tipo **industriale**: è in effetti con l'avvento dell'industria e con l'esigenza di ripetizione propria dei suoi processi or-

ganizzativi che comincia a farsi strada l'idea di stabilire modelli opportunamente normati[3].

La problematica relativa alla definizione di standard affonda le sue radici nella prima metà dell'800 e, più precisamente, in quella fase della **meccanizzazione** in cui si sviluppano esperienze volte a stabilire criteri di **intercambiabilità** fra le parti di un sistema anche se, in questo periodo, l'attenzione è rivolta essenzialmente al settore della produzione di parti di macchine o di utensili.

Gli elementi chiave erano rappresentati dalle matrici, dai conii e dagli stampi: «La matrice ha tra questi metodi una parte sempre più importante. Dal coniare monete si arriva nel 1850 a stampare tutte le parti di un bastimento... Usando stampi, matrici, fusioni si arriva alla standardizzazione ed alla interscambiabilità delle parti che è ad essa strettamente congiunta»[4].

Queste operazioni avvenivano, per la maggior parte dei casi, in scala ridotta e richiedevano spesso l'intervento di operai specializzati per le operazioni di montaggio, specie quando queste venivano riferite ad elementi di precisione quali, ad esempio, le parti meccaniche di orologi. «Il problema della interscambiabilità diventa interessante appena essa si applichi agli elementi di macchine di maggior mole e senza che sia indispensabile l'intervento di operai specializzati... Walter A. Wood fu il primo ad introdurre parti interscambiabili destinate a macchine di grandi dimensioni. Nel suo catalogo del 1867 viene dato maggior spazio alla riproduzione delle parti di ricambio sostituibili, che alle stesse macchine.

Questo avvenne mezzo secolo prima che Henry Ford proclamasse lo stesso principio nell'industria automobilistica»[5].

Negli stessi anni in cui si affrontano le questioni sul tema dell'intercambiabilità nel campo dell'industria meccanica, questioni dettate soprattutto da esigenze di miglioramento dell'economia produttiva, compare sulla scena il Crystal Palace, opera di Joseph Paxton, che può essere considerata la prima concreta occasione di **sperimentazione** delle potenzialità produttive dell'industria nel campo dell'edilizia.

L'intero processo che porta alla sua realizzazione rappresenta, in tal senso, un primo significativo momento di interazione tra la cultura industriale e la pratica architettonica: per la prima volta, infatti, i presupposti della produzione si intrecciano con quelli del progetto determinando un inedito connubio tra problematiche costruttive, implicazioni formali e ragioni della produzione.

«Condizionato da necessità tecniche di produzione (tra le quali ad esempio anche studi sul peso: nessuna parte doveva infatti superare la tonnellata, per poter essere facilmente rimossa; o lo sfruttamento della produzione, più economica, di lastre di vetro più grandi possibile) nacque quell'ordine di progettazione modulare che determinò tutte le dimensioni.

La costruzione del gigantesco edificio, lungo più di seicento metri, divenne standard, perciò una vera e propria operazione di montaggio di elementi finiti e prefabbricati. Non vi era scarto e non si doveva prendere alcuna misura per perfezionamenti da eseguire in fase successiva»[6].

Ogni parte componente la struttura dell'edificio era stata studiata, inoltre, in modo da assicurare la massima intercambiabilità degli elementi in accordo con una filosofia progettuale resa possibile solo da una profonda conoscenza di ciò che avveniva nell'ambito della produzione di quel periodo.

Il tema dell'intercambiabilità rappresenta dunque un primo segnale sulla possibilità di stabilire relazioni concrete tra il progetto di architettura e il mondo della produzione. L'esempio citato risulta, in tal senso, emblematico di una condizione in cui progresso tecnico e implicazioni costruttive riescono ad integrarsi correttamente raggiungendo inoltre un inedito risultato espressivo.

La lunga vicenda dell'industrializzazione nell'edilizia e, di conseguenza, del rapporto tra architettura e industria che in modo particolare la caratterizza, non sempre però ci ha consegnato esiti di tale portata ma, al contrario, il rapporto tra progetto e produzione rappresenta ancora oggi un momento di acceso dibattito per la difficoltà di stabilire un corretto equilibrio tra le ragioni del progetto e le ragioni pratiche della produzione, anche se le modificazioni che si vanno attuando nel campo della produzione industriale sono rivolte proprio alla ricerca di un più attento legame con le esigenze del mondo contemporaneo che, al principio della quantità e della uniformità, oppone nuovi obiettivi di qualità e differenziazione.

L'industrializzazione nell'edilizia, come è noto, inizia in Italia intorno agli anni '60, quando cioè si immettono sul mercato i sistemi di prefabbricazione provenienti dall'estero.

Da questo momento, ai tradizionali operatori del processo costruttivo, progettisti, costruttori e artigiani, si aggiunge un nuovo elemento, l'industria che, in questa fase, assume un ruolo particolare rispetto a quello esercitato nei periodi precedenti. Diventa, cioè, una grande impresa di costruzione, con enorme potere finanziario, tale da essere al tempo stesso produttrice di sistemi, organizzatrice ed esecutrice materiale degli inter-

venti.

Questo insolito modello operativo, che aveva completamente espulso dal processo sia l'impresa di costruzione tradizionale che il progettista, porta all'applicazione dei cosiddetti sistemi chiusi di prefabbricazione, ben presto ritenuti largamente insufficienti tanto dagli utenti quanto dagli studiosi del settore. Ciononostante, l'assimilazione di produttore e impresa garantiva una identità dei metodi di lavorazione tra la fabbrica ed il cantiere che consentiva per certi versi di paragonare questo modello di processo a quello utilizzato in epoca di cultura pre-industriale quando, cioè, momento ideativo, tecnico ed esecutivo facevano riferimento alla sola figura del progettista che rivestiva un ruolo centrale in tutto il percorso che dall'idea portava alla sua pratica realizzazione.

Nel passaggio che Maggi, Turchini e Zambelli definiscono *dalla industrializzazione dell'edilizia alla produzione industriale per l'edilizia,* questo tipo di organizzazione cambia in maniera sostanziale[7].

E' il primo significativo segnale di riconversione del modello industriale che, arretrando rispetto al momento dell'intervento, comincia ad adottare condizioni operative più corrette, e senza dubbio più vantaggiose sul piano economico, immettendo sul mercato una serie di prodotti evoluti e flessibili che garantivano l'opportunità di orientarsi su una grande varietà di elementi facilmente impiegabili in contesti anche molto differenti tra loro.

Quella che si presenta «è una industria nuova... che cede alla tentazione di aggredire il mercato finale... E' (anzi) un'industria consapevole di quello stesso mercato, della sua articolazione e frammentazione»[8].

"Industria al servizio dell'edilizia" può, con buona ragione, essere assunto come lo slogan di questo periodo a partire dal quale si arriverà progressivamente all'attuale evoluta condizione produttiva.

Sembra interessante sottolineare, a questo punto, un altro aspetto della vicenda che rappresenta uno dei nodi centrali nell'ambito dell'attuale dibattito sul rapporto tra produzione e progetto e che riguarda il ruolo della cultura rispetto a questi due grandi temi. Se l'industria si è evoluta, riconvertita ed imposta così rapidamente, ciò è dovuto anche ad una particolare condizione della produttività che non si confronta con il dato culturale se non in termini di economia della produzione e di miglioramento delle condizioni di lavoro. Il settore industriale infatti, viene sorretto da una particolare dinamica evolutiva che gioca sulla possibilità di una continua riconversione ed adattamento del proprio potenziale operativo, in accordo con una domanda complessa e particolarmente diversificata.

Per suo conto la cultura architettonica, legata a precise istanze di tipo culturale proprie della storia dell'uomo[9], trova difficoltà maggiori ad assorbire le forti spinte innovative che costituiscono, invece, il motore dello sviluppo di molti altri settori. Una delle conseguenze più significative di tale situazione può essere riscontrata nel progressivo isolamento del momento della progettazione da quello della pratica realizzazione, isolamento che caratterizza oggi buona parte della produzione architettonica. La separazione di questi due momenti del processo progettuale, unita alla difficoltà di avere una informazione tecnica adeguata sulle tecnologie che continuamente vengono immesse sul mercato, sposta «l'attenzione del progetto sul momento ideativo, tralasciando quelli che sono i parametri che più degli altri incidono sulle procedure e sulle tecniche di realizzazione e sulla qualità delle opere. Questa segmentazione del processo diventa sempre più pericolosa... perché rischia di fare del progettista un "ideatore", che pensa a ciò che va progettato, ma difficilmente prende coscienza del processo attuativo»[10].

Ciò che emerge con forza da queste osservazioni è che l'attività progettuale, intesa quale momento di sintesi e di integrazione di tutte le componenti che entrano in gioco dal momento ideativo fino al momento esecutivo, debba farsi carico di una rinnovata strategia operativa che va nella direzione di una più attenta conoscenza degli elementi della produzione e delle sue potenzialità.

Il quadro delineato propone inoltre ragionamenti più complessi che riguardano la necessità di pensare al progetto non più nei termini di supina accettazione delle regole imposte dal sistema produttivo, né in quelli di mera speculazione compositiva, ma piuttosto come momento di riappropriazione tecnica, come occasione per la sperimentazione, come luogo di verifica e di sintesi creativa secondo procedimenti logici ed appropriati, frutto di una più attenta e rinnovata coscienza progettuale. «La creatività del progetto nella società industrializzata - conferma Marco Zanuso - fonda le sue risorse sull'avanzamento tecnico e scientifico... Il problema non è quello di rifiutare, coscientemente o agnosticamente, lo sviluppo tecnologico e scientifico, al quale peraltro non esistono alternative reali credibili quanto quello di riappropriarsi delle capacità di controllo, a livello culturale e sociale, delle tecnologie e delle scienze. Lo sforzo definitivo è quello di cercare una ridefinizione del progetto in un linguaggio, in una prassi operativa coerente con l'evoluzione tecnico-scientifica»[11].

E' necessario a questo punto ricordare come, in realtà, ci sia stato un momento della vicenda architettonica moderna in cui l'architettura ha

tentato di farsi interprete delle nuove istanze dettate dal modello industriale. Posto che l'idea che si diffonde in quel periodo sulla possibilità di *produrre* case così come si fabbricano automobili presto si rivela soltanto un progetto ambizioso del Programma moderno, ciò che ci resta di quel Programma è una eredità di tipo concettuale.

Comincia, cioè, a farsi strada l'idea che la possibilità di **costruire** utilizzando i prodotti dell'industria sia un "imperativo" sociale e culturale, un'azione indispensabile per un'architettura che voglia esprimersi in forme compatibili con le istanze del proprio tempo.

Il *Dizionario di Architettura ed Urbanistica* alla voce standardizzazione così sintetizza questo aspetto della questione: «La progressiva standardizzazione della produzione e del consumo trasforma il modo di creazione degli standard, generando vasti movimenti di pensiero nella cultura architettonica e urbanistica intorno al problema della qualità dell'oggetto, in rapporto al costo, alla ripetibilità e ad altri fattori come sostituibilità delle parti, flessibilità, ecc... Per Le Corbusier la soluzione razionale di una qualsiasi utilità particolare è uno standard che rappresenta il livello medio delle esigenze e agisce come elemento di equilibrio per ogni ricerca»[12]. L'idea di standard dunque, in tale accezione, si fa carico di nuove valenze e, superando il dato meramente economico e produttivo, si confronta più direttamente con le esigenze ed i bisogni collettivi.

Questo concetto nuovo si ritrova anche nella interpretazione che il Movimento moderno dà a termini come serie, *serialità*, che rappresentano, insieme allo standard, i caratteri fondanti del nuovo modo di produrre. Se però il concetto di serie, termine peraltro più diffuso, sembra trovare collegamenti più diretti con il mondo della produzione, quello di serialità, pur non negando il riferimento ai processi iterativi propri della organizzazione industriale, si riferisce piuttosto ad una *possibilità operativa* trovando, in tal modo, collegamenti più diretti con il progetto.

Per serialità si intende infatti «nella metodologia architettonica, la caratteristica di uno dei tipi fondamentali di aggregazione tra elementi componenti un insieme: si ha qualora tali elementi siano analoghi (o se ne trascuri intenzionalmente la diversità, ripetuti in situazioni paritetiche e non si presentino reciprocamente gerarchizzati»[13]. Uno scritto di Le Corbusier, datato 1920, suggerisce l'idea che il concetto di serie si basi sull'*analisi* e la *sperimentazione*, affermando il valore del *sentimento della meccanica* e di un *nuovo spirito creativo*, che solo la produzione industriale può alimentare[14]. Questi riferimenti risultano significativi se si pensa che, a quel tempo, il concetto di serie era ancora strettamente legato ad un tipo

di produzione industriale basato sull'affermazione della catena di montaggio.

Quella che comincia a farsi strada è la consapevolezza che le problematiche poste dall'industrializzazione non sono esclusivamente legate a logiche di produzione e quantità, ma anche, e più correttamente, a problematiche di tipo sociale e culturale. L'industrializzazione si pone cioè quale *modo di pensare* alla costruzione in un contesto caratterizzato dalla macchina, un contesto in cui cambiano le logiche ma si moltiplicano le possibilità costruttive. Su tale questione Eduardo Vittoria scrive: «Il problema è, in effetti, di assicurare spazi creativi dentro la serialità e non lo si può risolvere soltanto meccanicamente, ma anche culturalmente.

La serialità non la si può ridurre né alle grandezze tabulate né agli stili storici. E allora l'architettura moderna, gli uomini, gli architetti dell'architettura moderna si sono interrogati sul concetto di serialità arrivando ad affermare che la cosa più importante era "imparare a costruire". E questo interrogarsi è stato un elemento caratterizzante del Movimento moderno, che ha significato intelligenza creativa, circolazione delle idee, produzione ed elaborazione di cultura»[15].

Analogamente al significato che Le Corbusier dà al concetto di serie, anche per quello di standard - ad esso direttamente collegato - il Maestro suggerisce una originale interpretazione: «L'architettura agisce sugli standard. - afferma - Gli standard sono un fatto di logica, di analisi, di studio scrupoloso; si stabiliscono a partire da un problema ben posto. La sperimentazione fissa definitivamente lo standard»[16].

Attraverso queste brevi osservazioni emerge ancora un dato significativo e cioè la relazione che sussiste tra **standardizzazione** e sperimentazione. Quest'ultima, infatti, costituisce un momento fondamentale per la ricerca di un modello che non sia semplice presupposto per la ripetizione in serie, ma che, al contrario, contenga al suo interno una gamma di possibilità tale da poter essere utilizzato in modi ed in contesti diversi. Il prodotto standardizzato così concepito diventa allora presupposto per una progettazione al di fuori di schemi prestabiliti e la standardizzazione, al tempo stesso, ben lungi dal poter essere considerata riproposizione su larga scala di un modello, si propone quale riferimento metodologico fondamentale per una condizione operativa attenta alle istanze produttive, ma anche culturali e sociali.

Questi concetti danno forza ad una questione già precedentemente espressa e che si lega al contributo fondamentale dato dal Movimento moderno. La volontà di conferire *qualità* in un contesto caratterizzato da

un generalizzato bisogno di *quantità*, espressa sia in termini di produzione che in termini di bisogno di alloggi, si manifesta, attraverso l'opera degli architetti di quel periodo, nella ricerca di un equilibrio tra le ragioni della produzione, quelle del progetto e le esigenze dell'uomo. Comincia a farsi strada l'idea che costruire significa soprattutto saper pensare creativamente all'interno di un contesto industriale, saperne sfruttare potenzialità e logiche organizzative nel rispetto di una rinnovata attenzione ai problemi dell'abitare. L'idea di uno spazio diversificato e flessibile, contrapposto ad uno immobile nel quale sia precluso ogni tipo di interazione, è parte sostanziale del patrimonio culturale trasmesso dal Movimento moderno.

Se riflettiamo su alcuni aspetti salienti della cultura odierna e pensiamo, in parallelo, ai nuovi modelli di produzione, ci accorgiamo che in sostanza ad una profonda modificazione dei modi di vivere corrisponde una altrettanto profonda revisione delle prassi operative: in altre parole, se i nuovi modelli culturali rivendicano particolarità geografiche, attenzione al contesto, esigenze socio-culturali, dall'altro versante la risposta è un apparato tecnico-produttivo flessibile, predisposto al cambiamento ed attento alla qualità. «Quello che appare è un mondo complesso, in cui l'alta tecnologia può combinarsi nelle più diverse forme con tecnologie mature ed anche con l'artigianato, in cui antiche conoscenze possono essere riciclate per nuovissimi campi di impiego; in cui insomma, invece dell'attesa omogeneizzazione dei modelli culturali e produttivi ad un'unica razionalità dominante, si riscoprono le diversità... E a questa varietà di forme in cui oggi si configura la produzione corrisponde un'altrettanto ampia varietà di forme in cui si attua l'attività di progetto»[17].

Volendo ricondurre queste riflessioni al costruire, sembra necessario prendere coscienza del fatto che non è certo più proponibile oggi pensare in termini di grande numero o di ripetizione, ma piuttosto sembra farsi strada la necessità di pensare in termini di qualità del costruito, esaltando le caratteristiche di unicità e diversità proprie di ogni contesto operativo. In tal senso, le trasformazioni in atto nei processi di produzione, conseguenza della diffusione delle tecnologie informatiche, mettono in campo non solo una vasta e differenziata gamma di prodotti evoluti ma anche, e soprattutto, un nuovo modo di porsi nei confronti del progetto che può contare su una serie di opzioni nuove, frutto delle possibilità operative che i sofisticati livelli produttivi possono offrire.

Per meglio comprendere tutta l'attualità espressa in questi concetti è necessario fare alcune considerazioni sul significato proprio di industria,

sulle logiche organizzative e concettuali che ne caratterizzano la produzione, sul ruolo, infine, che l'evoluzione dei processi tradizionali esercita rispetto ai nuovi e più complessi sistemi di lavorazione, basati sul principio di **versatilità della produzione**.

La nozione di industria sottende necessariamente un meccanismo di ripetizione o **iterazione**, ma, al tempo stesso, richiama ad una precisa struttura organizzativa: la *macchina*, cioè, rappresenta l'elemento che permette materialmente la ripetizione, l'*organizzazione*, invece, il supporto immateriale che permette la realizzazione. Queste caratteristiche rappresentano in sostanza la differenza fra produzione industriale e produzione artigianale nella quale, al contrario della prima, pensiero e azione sono momenti coincidenti. In principio produrre industrialmente significava ridurre al minimo le varianze del prodotto nel rispetto di quella logica della produzione di massa che costituì il primo motore della grande industria di serie. La produzione si basava essenzialmente su un modello di riferimento che veniva prodotto attraverso azioni meccaniche ripetitive le quali presupponevano, a monte, un livello organizzativo rivolto ad una pianificazione rigida delle operazioni da compiere. Queste potevano essere modificate solo a costi e tempi molto elevati incidendo profondamente sull'intero ciclo di produzione.

Successivamente, nuovi livelli di meccanizzazione permisero, attraverso supporti tecnici sofisticati, di *informare* direttamente la macchina sulle operazioni o sul ciclo produttivo da compiere senza che fosse necessaria la presenza dell'uomo. Si passa così, da una fabbricazione ripetitiva che si riferisce, a monte, a modelli fisici, ad una produzione che si definisce per "serie analogica", per la quale gli oggetti vengono riprodotti sulla base di linee operative non fisiche, capaci di modificarsi al variare delle informazione che le governano. Le operazioni da compiere vengono cioè trasmesse alla macchina direttamente da un elaboratore elettronico, anche di dimensioni molto piccole, che funge da *processore di comandi*. Questo permette una versatilità di lavorazione molto elevata, essendo possibile predisporre in tempi brevi una diversa serie di movimenti o interi cicli di operazioni produttive.

Questi nuovi sistemi di lavorazione, che vengono definiti *integrati* e permettono di produrre pezzi con caratteristiche diverse l'uno dall'altro in tempi e costi paragonabili a quelli della produzione di serie. Si fa strada in tal modo l'idea della fabbricazione per piccola e media serie e, al tempo stesso, la possibilità di concepire prodotti di volta in volta diversi. Tali tipi di sistemi, infatti, hanno raggiunto oggi gradi notevoli di sofisti-

catezza introducendo, a livello organizzativo e produttivo, la possibilità di gestire facilmente operazioni differenti permettendo, al limite, di spingersi fino alla realizzazione del pezzo unico.

Nell'attenta analisi che Ezio Manzini compie sulla *metamorfosi* dei prodotti e dei processi industriali emergono essenzialmente due tipi di strategie in cui si concretizza oggi l'attività produttiva. Una di queste prevede la possibilità di ottenere alcuni componenti di base che si prestano ad un uso diverso a seconda delle necessità. In questo caso non si parla più di prodotto finale standard in senso tradizionale ma piuttosto di *diversa combinazione di componenti altamente standardizzati.* L'altra possibilità è, invece, quella offerta dalle linee di produzione evolute sopra descritte per le quali l'idea di standard acquista valenze diverse, caratteristiche del *mezzo informativo* e del suo grado di **versatilità**[18].

Su questi presupposti si vanno innestando attualmente i processi che vanno sotto il nome di de-industrializzazione e **de-standardizzazione** del prodotto dove l'idea della negazione espressa dal prefisso *de-*, e che porta al naturale ribaltamento del significato originario dei due termini, deve essere interpretata come naturale conseguenza di un momento significativo di cambiamento delle logiche produttive più che concettuale. De-industrializzare, infatti, non significa negare le possibilità operative dell'industria, ma piuttosto prendere coscienza del fatto che questa viene organizzata oggi in maniera diversa: ciò che prima agiva direttamente su modelli fisici ora opera essenzialmente su linguaggi. Allo stesso modo il termine de-standardizzare non nega la ripetizione e la serialità nell'azione produttiva, ma sostituisce piuttosto al concetto di ripetizione proprio della catena di montaggio, basato su logiche rigide e rigorose, un concetto nuovo di flessibilità produttiva che si fonda sulla possibilità di concepire prodotti diversi o soluzioni costruttive specifiche per ogni contesto[19].

Oggi il rapporto fra progetto e produzione pone sicuramente questioni metodologiche e operative più complesse che nel passato: questo comporta indubbiamente un'ampia rivisitazione dei termini in cui si è evoluta e si è andata modificando la cultura del progetto e, parallelamente, la problematica relativa all'industrializzazione nel settore delle costruzioni. Ciò che risulta chiaro è che si prospetta all'attività del costruire uno scenario particolarmente interessante, destinato ad incidere in modo considerevole sulle logiche progettuali.

Il progetto, infatti, diventa secondo le nuove prassi uno strumento di coordinazione di parti non necessariamente identiche fra loro, acquistando nuove valenze operative. Questo significa che il costruire può intraprendere

la strada dell'industrializzazione senza rinunciare a quel carattere di originalità ed unicità che è caratteristica propria di ogni costruzione e la cui negazione ha condotto al fallimento le esperienze di prefabbricazione condotte negli anni '60 e '70, basate sull'ipotesi illusoria di ripetizione e grande serie. Ancor più questa strada sembra praticabile se si pensa che la flessibilità operativa garantita dalle nuove logiche permette più realisticamente di confrontarsi con prassi ancora di tipo artigianale. Viene a delinearsi, cioè, quello che potremmo definire il ritorno ad una nuova artigianalità, *colta ed attrezzata*, come la definisce Renzo Piano[20].

Difatti lo scenario più probabile con il quale nell'immediato futuro ci si dovrà confrontare sarà caratterizzato dalle relazioni e dalle integrazioni che si stabiliranno tra un settore produttivo spiccatamente innovativo ed una struttura produttiva di impronta artigianale che caratterizza ancora oggi buona parte del settore delle costruzioni e che ci riporta alla specificità della cultura del costruire in cui i cambiamenti non sono mai rivoluzionari ma vengono assorbiti gradualmente.

In un contesto dunque caratterizzato da una offerta diversificata e da una disponibilità tecnica che ha allargato enormemente il campo del possibile sembra lecito supporre che il progetto debba assumere un diverso significato. Come suggerisce Eduardo Vittoria: «l'alleanza non è tra progettista e macchina ma tra creatività e tecnica. Vanno quindi ricercate tutte le testimonianze di immaginazione e fabbrilità, tenendo conto che la produzione, come ci ricorda Pasolini, non produce solo merce, produce insieme rapporti sociali»[21] , e che - possiamo aggiungere - il nuovo modo di operare dell'industria si pone quale occasione fondamentale per esprimere più realisticamente le istanze di una società in continuo cambiamento e la cui specificità impone *adattamento*, diversità, mutamento.

Note

1. Andrea Reichlin, Voce *Standardizzazione*, in *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, vol. VI, Istituto Editoriale Romano, Roma, 1969.

2. Nella maggior parte dei paesi industrializzati gli standard sono stabiliti in accordo con il governo e con coloro che più direttamente sono interessati alla produzione e all'acquisto di beni. Fin dai primi del 900 si sono costituiti in più paesi appositi organismi per l'elaborazione di norme. In Italia, in particolare, si ricordano il Cei (Comitato elettrotecnico italiano), nato nel 1909, e l'Unim (Comitato generale per l'unificazione nell'industria meccanica), costituitosi nel 1921, e divenuto successivamente Uni (Ente nazionale italiano di unificazione). In sede internazionale, invece, nel 1926 venne fondata a Basilea l'International standardization association (Isa) che divenne, dopo la seconda guerra mon-

diale, International standardization organization (Iso) costituitasi a Ginevra nel 1947. Di questa organizzazione fanno parte gli Organismi nazionali di normazione di ottantanove paesi uniti dall'obiettivo di favorire lo sviluppo della normativa a livello mondiale per facilitare gli scambi di beni e servizi.

3. Un aspetto particolare della questione che riguarda la norma e che più direttamente si connette con la problematica della produzione, è quello della semplificazione e della unificazione dei prodotti. «Nella seconda metà dell'800, con l'avvio dello sviluppo industriale e la conseguente interdipendenza dei vari settori produttivi, cresce la necessità di disciplinare tecnicamente la produzione.
L'unificazione nell'industria nasce come reazione contro la varietà, la complessità e le esigenze più disparate della produzione industriale, quando questa assume proporzioni tali da richiedere la conclusione di accordi collettivi per assicurare l'intercambiabilità dei pezzi meccanici, migliorare le condizioni di lavoro e l'economia produttiva, semplificare i contatti e gli scambi commerciali, favorire il collocamento dei prodotti sui mercati esteri» (Giacomo Elias, *Uni 1921-1991. Settant'anni al servizio dell'Azienda Italia*, Hoepli, Milano, 1991, p. 9). In realtà la problematica relativa all'unificazione risale ad epoche antiche fra le quali quella romana che rappresenta uno degli esempi più significativi. «Nel mondo antico la civiltà romana esercita un'importante opera unificatrice... I mattoni d'argilla cotta, di dimensioni prestabilite, le strade, tutte della stessa larghezza, le "fistulae" calibrate per la misura dell'acqua distribuita dagli acquedotti, il sistema di pesi e misure, i chiodi e il calendario sono esempi concreti di un mercato unico "ante litteram"» (*Ivi*, p. 7).

4. Siegfried Giedion, *L'era della meccanizzazione* (1948), tr. it. Feltrinelli, Milano, 1967, p. 59.

5. *Ivi*, p. 61.

6. Konrad Wachsmann, *Una svolta nelle costruzioni* (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960, p. 19.

7. Cfr. Pietro Natale Maggi, Giuseppe Turchini, Ettore Zambelli, *Dall'industrializzazione dell'edilizia alla produzione industriale per l'edilizia*, in *Edilizia, innovazione, crisi economica*, Ente Fiera, Bologna, 1982.

8. *Ivi*, p. 167.

9. Cfr. Guido Nardi, *Le nuove radici antiche*, Angeli, Milano, 1987.

10. Romano Del Nord, *Il ruolo della tecnologia e della normativa tecnica nel processo di progettazione e di edificazione*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987, p. 20.

11. Marco Zanuso, *La cultura del progetto: dal meccanicismo all'organicismo*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *op. cit.*, p. 100.

12. Andrea Reichlin, *op. cit.*

13. Gianfranco Caniggia, Voce *Serialità*, in *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, vol. V, Istituto Editoriale Romano, Roma, 1969.

14. Cfr. Le Corbusier, *Verso un'architettura* (1923), tr. it. Longanesi, Milano, 1984.

15. Eduardo Vittoria, *Le regole del gioco*, in Aa.Vv., *L'officina dell'architetto*, Ente Fiera, Bologna, 1985, pp. 143-144.

16. Le Corbusier, *op. cit.*, p. 103.

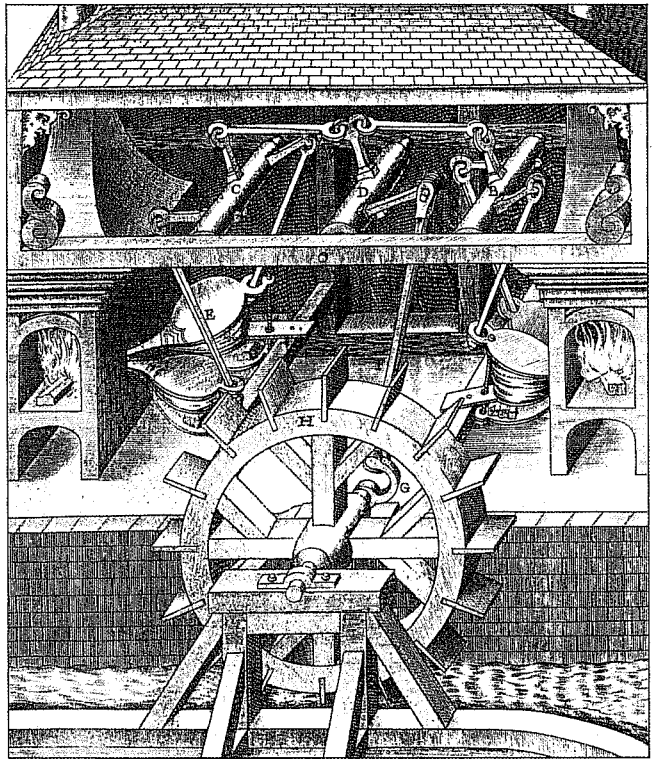
17. Ezio Manzini, *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Domus Academy, Milano, 1990, p. 65.

18. Cfr. Ezio Manzini, *op. cit.*

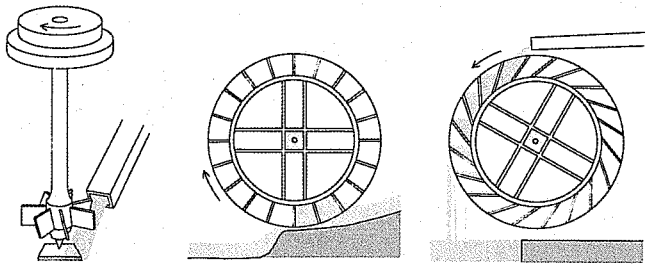
19. Su questi temi si confronti Giuseppe Ciribini, *Industria e progetto, domani*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *op. cit.*

20. Si confronti l'intervista a Renzo Piano di Vittorio Magnago Lampugnani dal titolo: «Renzo Piano: sovversione, normalità, silenzio», *Domus*, n. 688, 1987.

21. Eduardo Vittoria, *Le «tecnologie devianti» per la progettazione ambientale*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *op. cit.*, pp. 69-70.

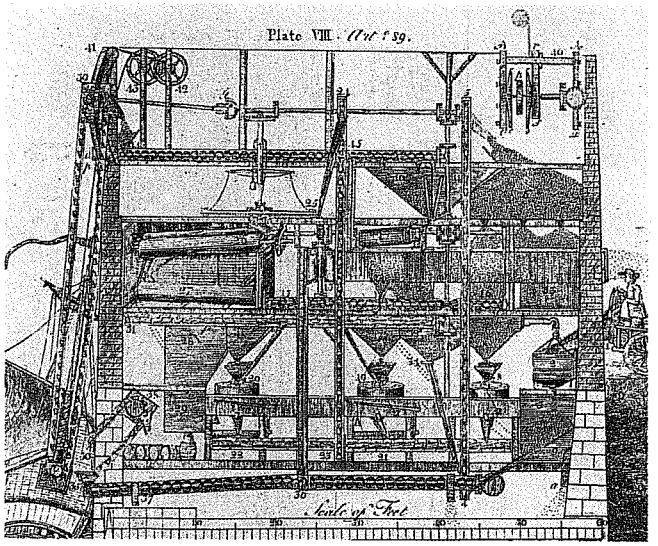


19 - L'introduzione della macchina a vapore, che già nei primi decenni del 700 viene utilizzata nella maggior parte dei processi di lavorazione, segna l'avvento dell'industria moderna. In realtà l'energia idraulica veniva utilizzata, per sostituire il lavoro manuale, molto prima del 1700. Nell'immagine di una fucina del XV secolo i mantici sono azionati dall'energia idraulica.

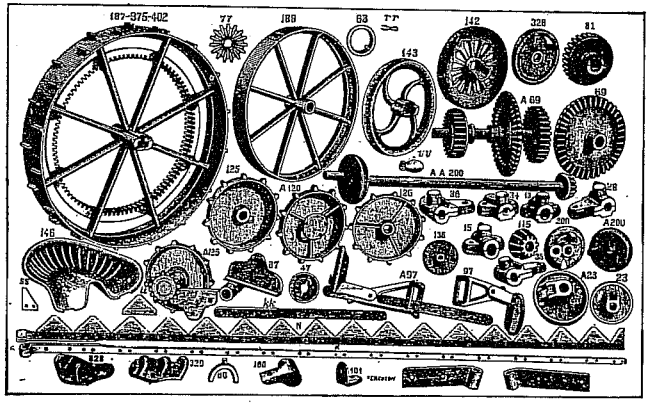


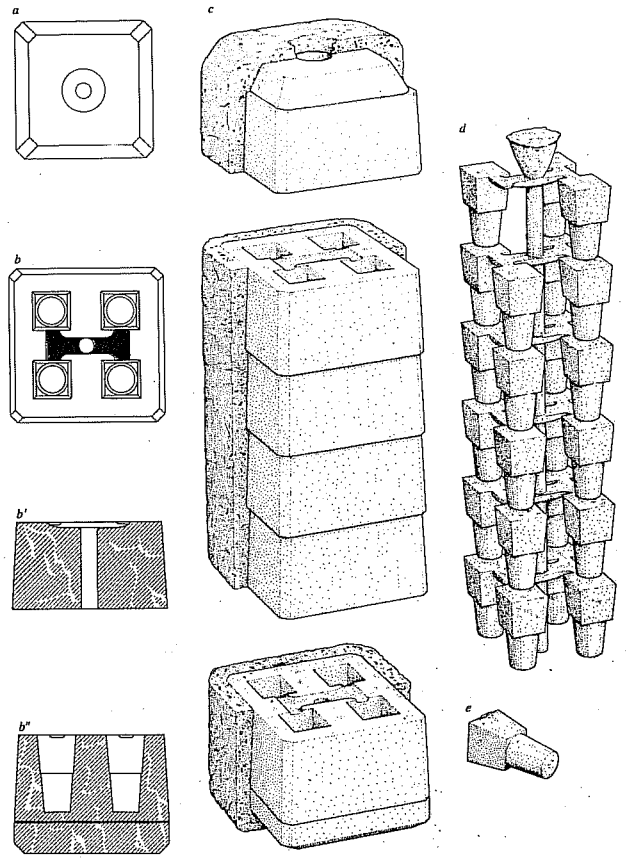
20 - Esempi di ruote idrauliche utilizzate per la trasmissione del movimento.

21 - Il mulino meccanico brevettato da Oliver Evans nel 1790 è considerato la prima fabbrica automatica del mondo ed il precursore della linea di produzione continua.

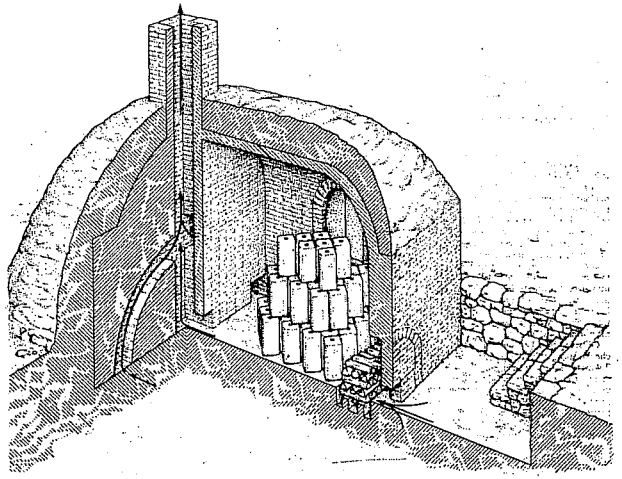


22 - Pezzi intercambiabili di macchine agricole da un catalogo del 1867. Il problema dell'intercambiabilità è stato uno dei presupposti su cui si è basata l'idea di standardizzazione ed una delle prime forme di reazione alla infinita varietà di prodotti forniti dall'industria. É stata inoltre una delle questioni che hanno condotto alla nascita degli enti normatori.



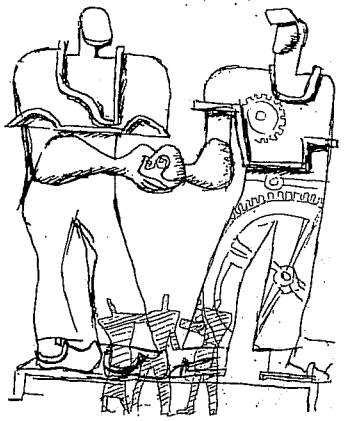


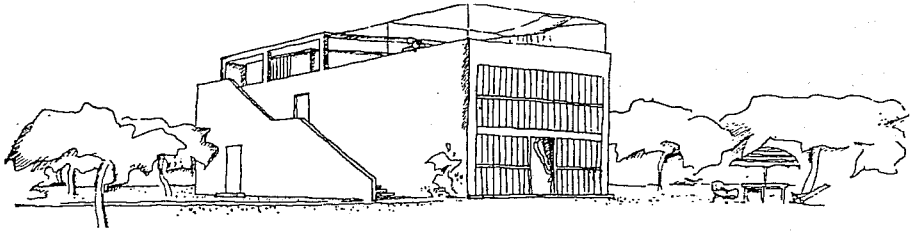
23 - Sistema per la produzione in serie di getti di ghisa utilizzato in Cina intorno al 500 a.C. Il procedimento consiste nel sovrapporre le forme in modo da ottenere molti getti con una sola colata. I principi della produzione di serie sono dunque riconducibili a tempi molto remoti e nascono con la necessità di razionalizzazione dei processi di produzione.

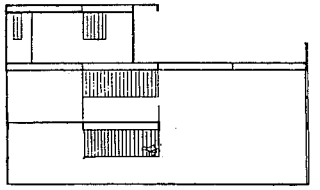


24 - La fornace di Wenxian, nello Honan, rappresenta il nucleo di una importante fonderia. Qui venivano cotte le forme sovrapposte sopra raffigurate attraverso le quali si producevano oggetti di varia natura quali fibbie, anelli, morsi per cavalli.

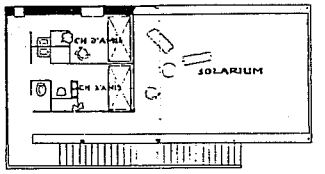
25 - Il disegno di Le Corbusier per il Padiglione dei Tempi Nuovi, progettato in occasione dell'Esposizione Internazionale di Parigi del 1937, sintetizza simbolicamente il rapporto tra l'uomo e la macchina.



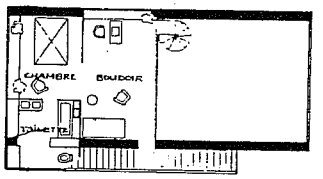




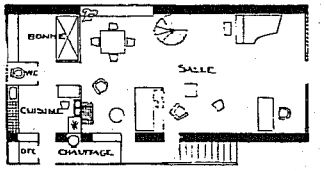
Coupe



Terrasse

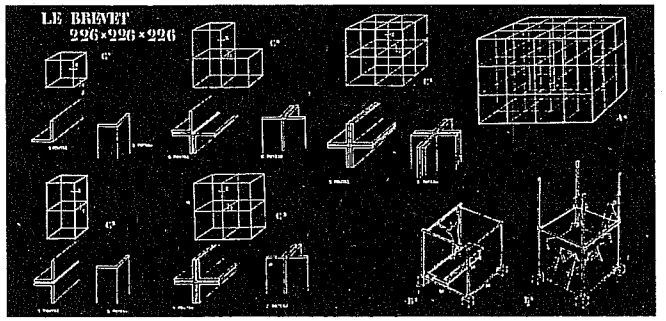


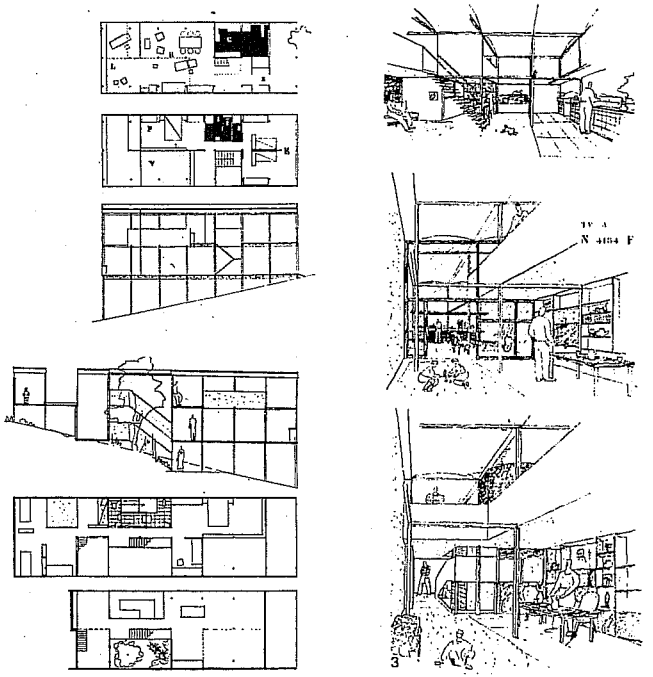
Entresol



Rez-de-chaussée

26 - La casa Citrohan (1922), dello stesso Le Corbusier, rappresenta una delle prime sperimentazioni sull'alloggio minimo fondata sull'adozione dei principi dell'industria. Tutti gli elementi, infatti, sono di produzione standardizzata e nello stesso nome dato al progetto si trova un preciso riferimento alla casa automobilistica francese Citroën.





27 - Le Corbusier, costruzione sulla proprietà Roq presso Cap Martin. In occasione di questo progetto Le Corbusier pensò ad un brevetto denominato 226 x 226 x 226, il cui principio si basa sull'uso di un unico angolare in ferro standardizzato dal quale prendono origine le differenti cellule che compongono la costruzione.

Flessibilità

di Sergio Pone

Nel dizionario della lingua italiana Devoto-Oli il senso figurato del termine flessibilità - derivante dal tardo latino *flexibilitas* - è definito come «la capacità di adattamento al variare della domanda», mentre viene definito flessibile l'attributo di ciò che è «facilmente adeguabile a diverse situazioni o esigenze». Sono evidenti dunque i punti di contatto tra il paradigma della flessibilità e quello dell'adattabilità ed è per questo che è necessario individuare gli aspetti nei quali i due concetti si differenziano; se infatti la comune necessità di adesione ad una realtà esterna consente di assimilare i due termini, il modo in cui questo adeguamento avviene li differenzia completamente.

L'adattabilità realizza l'adeguamento attraverso un cambiamento di stato, attraverso l'acquisizione di prerogative precedentemente non in dotazione dell'entità che compie l'adattamento, mentre la flessibilità, richiamandosi ad un concetto di elasticità, di duttilità, propone l'adeguamento mediante l'estensione o la convertibilità di caratteristiche già presenti nell'ente originario. Ad esempio il tipo di cambiamento avvenuto nell'apparato respiratorio dei primi animali marini che si spostarono a vivere sulla terraferma è definibile come un *adattamento* mentre la possibilità di selezionare l'ossigeno tanto dall'aria quanto dall'acqua, proprio degli animali anfibi, è un'attitudine riconducibile al paradigma della *flessibilità*.

L'applicazione all'architettura del paradigma della flessibilità dà luogo a due ambiti tematici molto differenti: flessibile può essere infatti tanto l'azione quanto il prodotto del **costruire**; possono essere flessibili le tecniche di progettazione e di realizzazione dell'oggetto edilizio o può essere flessibile l'oggetto una volta realizzato.

Per esempio i procedimenti costruttivi che utilizzano il mattone di la-

terizio si possono definire flessibili perché con essi si realizzano tanto le murature quanto le volte e gli archi, elementi differenti che hanno funzioni e comportamenti statici diversi. D'altro canto Daniel Chenut definisce *flessibilità* anche «quella condizione secondo la quale gli appartamenti debbono potersi trasformare liberamente entro le delimitazioni dei muri, del pavimento, del soffitto della cellula unitaria»[1], e cioè la capacità dell'oggetto edilizio, una volta realizzato, di modificarsi in funzione delle necessità degli utenti. Quest'ultimo aspetto, che interfaccia direttamente con altri paradigmi essenziali quali la *manutenibilità* o la *reversibilità*, riguarda comunque aspetti della vita dell'edificio, una forma di gestione *attiva* dell'oggetto edilizio da parte dell'utente; in definitiva una fase che riguarda l'*a posteriori* della pura azione costruttiva.

E dato che è proprio il costruire contemporaneo a rappresentare il baricentro dell'interesse di questo volume, si terrà sullo sfondo questa seconda accezione del termine per approfondire quella della flessibilità *a priori*; intesa, quest'ultima, come la capacità di una determinata tecnologia di essere utilizzata in condizioni differenti e per fini diversificati o, scendendo di scala, come la disponibilità di un particolare elemento costruttivo ad essere utilizzato per la realizzazione di parti diverse della costruzione (come il caso del mattone di laterizio sopra citato) o di parti simili ma con caratterizzazioni diverse. Una forma di relazione va quindi ricercata tra questo paradigma e quello della *diversificazione*, che pure coinvolge le strumentazioni a disposizione del costruttore sia dal punto di vista dell'*hardware* (materiali e componenti) sia da quello del *software* (logiche e strategie costruttive); ma mentre quest'ultimo guarda la questione prevalentemente dal punto di vista della produzione, la flessibilità sovrintende alle stesse questioni dal punto di vista della pratica costruttiva, quindi in qualche modo dalla parte dei due principali utenti del prodotto per l'edilizia: progettista e costruttore.

Queste definizioni, valide per la produzione indirizzata all'edilizia (sia essa di natura artigianale o **industriale**), sono estensibili a tutti gli altri settori produttivi e coinvolgono questioni teoriche sulle quali conviene soffermarsi brevemente. E' chiaro che un elemento o una tecnologia utile per molti usi oppure in molte circostanze diverse non può che essere dotato di caratteristiche di *universalità*, di generalità, che invece un elemento o una tecnologia il cui uso sia circoscritto a poche eventualità non possiede; ma quest'ultimo può essere dotato di un livello di *specializzazione* superiore e cioè in parole povere essere capace di fare sì poche cose, ma di farle molto bene.

Questo secondo tipo di elemento richiede naturalmente un modo di costruire impostato su regole più rigide in cui i rapporti tra le diverse parti dell'edificio devono essere assoggettati ad un controllo razionale più puntuale; e per non risultare inefficace richiede ovviamente una ricerca ancora nella direzione dell'universalità: questa volta però non più del pezzo ma delle esigenze che il pezzo soddisfa, che consenta di puntare quindi su elementi specializzati in funzioni molto diffuse.

L'antinomia tra aspirazione all'elemento universale e ricerca della funzione universale per la quale utilizzare l'elemento fortemente specializzato è in realtà molto antica e si può far risalire agli archetipi dell'architettura greca e di quella romana. Gli ordini classici, fondati sul sistema trilitico (la successione di piedistallo, colonna, capitello, architrave ecc.) non sono altro che il tentativo di scomporre ed articolare al massimo le funzioni (attacco a terra, sostegno, giunzione, ecc.), associarle ai relativi elementi ed infine attribuire a quegli elementi la forma più **appropriata** al ruolo tettonico e simbolico che ricoprono nell'ambito della costruzione. Al contrario la costruzione romana, che pur non sconfessando gli ordini classici è tuttavia fondata sull'uso estensivo della pietra da taglio e del mattone di laterizio utilizzati per la realizzazione di muri, archi e volte, si caratterizza per la **continuità** delle strutture, per la non differenziazione delle parti, per il continuo fluire dell'occhio nella percezione degli elementi che delimitano lo spazio, così come fluiscono con continuità le sollecitazioni all'interno delle membrature. Molti elementi diversi e fortemente specializzati ognuno nelle "funzioni base" della costruzione, da un lato, ed un unico elemento molecolare, dotato di caratteristiche di universalità e di infinite possibilità combinatorie, dall'altro.

Una comune tensione all'**oggettività** che si esplica, nei costruttori romani, con la ricerca del piccolo elemento componente la struttura intima di "tutta l'architettura di tutti i luoghi", nella convinzione che l'essenza del costruire sia fisicamente concretizzabile in un oggetto; e nei greci con la paziente ricerca del rapporto più giusto e naturale tra forma, funzione e materiale, nella convinzione che l'essenza del costruire non sia fisica ma concettuale. Il *trilite* come archetipo della forma costruttiva basilare, impostata su una chiara separazione degli elementi che corrisponde ad una precisa separazione degli sforzi (il piedritto/colonna lavora solo a compressione mentre l'architrave lavora solo a flessione) e ad una forte differenziazione e specializzazione delle forme (la sezione circolare per il sostegno verticale e quella rettangolare per l'elemento orizzontale); l'*arco* come sequenza ordinata di elementi tutti uguali, non gerarchizzati che

lavorano nello stesso modo, ripartendosi il carico in parti uguali e disegnando una forma senza angoli, senza discontinuità.

Nell'architettura classica è quindi presente una tensione verso l'essenzialità, verso una forma di oggettività che, seppure con impostazioni opposte, tende a valorizzare l'universalità della *ratio* costruttiva presso gli antichi greci, e l'universalità di tecniche e materiali presso i romani. Questi atteggiamenti sono comunque riconducibili all'esigenza di allargare il campo di azione delle conoscenze, di ricercare un massimo comun divisore nelle situazioni tecnico-progettuali che il costruttore dell'antichità incontrava sul suo cammino; sono quindi riconducibili all'esigenza di configurare un *costruire flessibile* che, a partire da un patrimonio di conoscenze tecniche e compositive selezionate alla luce del loro *gradiente di universalità*, consentisse di realizzare edifici diversi in diversi luoghi.

La tensione all'universalità del costruire in epoca classica torna come invariante in stagioni successive ed arriva, lasciando le sue tracce nell'architettura di tutti i periodi (da quella romanica e gotica al Rinascimento, all'architettura neoclassica), fino all'inizio del nostro secolo quando in Europa ed in America nasce il dibattito sull'industrial design e si inizia a configurare quel rapporto tra industria e cultura che sarà il filo rosso della vicenda della cultura moderna.

Elemento invariante di questo dibattito sarà il concetto di "semplificazione": strumento di critica nei confronti degli eccessi decorativi dell'architettura dell'Eclettismo e dell'Art Nouveau, ma soprattutto matrice originaria di quella tendenza all'"oggettivazione" che sarà alla base dell'infaticabile opera degli architetti razionalisti. «Secondo le idee di Behrens come di quasi tutti i maggiori designers del Werkbund, - sostiene Marcel Franciscono - una ricca decorazione è inaccettabile per forme ottenute meccanicamente. Il disegno industriale, quindi, deve trovare i propri effetti in "una semplificazione che favorisca i limpidi rapporti proporzionali tra le parti". Metodo che era valido per uno stile moderno oltre che corrispondere alle esigenze della produzione meccanica»[2]; una *semplificazione* quindi che non punta ad una generica semplicità bensì ancora alla *universalità* del gusto classico ed al tempo stesso ad una ottimizzazione delle catene produttive. In tal senso, riferendosi ancora a Behrens, Renato De Fusco scrive che «il classicismo moderno è per lui qualcosa che sostituisce il momento espressivo con quello conformativo (*Gestaltung*); una conformazione che si addice allo spirito e al prodotto lavorato meccanicamente, impersonale ed oggettivo, inteso anche come volontà d'arte (*Kunstwollen*) del tempo a lui contemporaneo»[3]. Il concetto di impersonale, oggettivo, mutuato dalla *Neue Sachlichkeit*, riporta ancora all'idea di flessibilità; l'oggettività, opzione possibile per attribuire all'oggetto d'uso - dotato di una sua sostanziale autonomia funzionale ed estetica - quella flessibilità che lo renda appetibile da ampie fasce di mercato, diventa obbligo per il **componente** edilizio che punta ad assumere il ruolo di vocabolo nel discorso dell'architettura.

Ma i modi dell'inserimento della parte (il componente) nel tutto (l'edificio) riconducono ancora ai due atteggiamenti archetipici dei greci e dei romani. Di nuovo la tensione verso la flessibilità si orienta in due direzioni diverse: alla ricerca dell'elemento universale oppure dell'universalità della struttura logico-progettuale che unisce gli elementi tra di loro. Si punta, come fa Konrad Wachsmann, al *modulo oggetto*, il mattone del futuro che sappia dar luogo ad una architettura teoricamente infinita o si lavora sulla logica della separazione degli elementi, come proponeva Le Corbusier, che proprio dalla separazione faceva discendere la specializzazione delle parti e quindi la loro disponibilità ad essere conformate con il massimo della libertà.

A proposito del primo tipo di ricerca, Giulio CarloArgan sostiene che «l'industrializzazione edilizia, il cui procedimento tipico è la prefabbricazione, opera generalmente mediante una serie di *standards*, che ovviamente tendono a costruire una vasta tipologia; la composizione per elementi costanti e giunti multipli di Wachsmann tende a superare lo *standard* nella determinazione di elementi più semplici, ma tali da permettere il maggior numero possibile, e teoricamente un numero infinito, di combinazioni»[4]. *Elementi costanti e giunti multipli* : è proprio la legge che governa il passaggio dalla orditura dei mattoni in una muratura alla orditura degli stessi in un arco: il mattone resta uguale a se stesso mentre il **giunto** di malta assume una configurazione diversa passando dalla sezione costante a quella variabile.

Dall'altro lato si pensi alle affermazioni di Le Corbusier quando sostiene che «nel campo del costruire le conseguenze delle scoperte scientifiche sono determinanti e si esprimono in alcuni fatti costruttivi sostanzialmente rivoluzionari come i seguenti: la separazione tra strutture portanti (pilastri e travi) e le parti portate (murature di chiusura e tramezzi): l'ossatura è indipendente e scende a cercarsi una base di appoggio nel sottosuolo, senza l'ausilio dei tradizionali muri di fondazione... La facciata, non più vincolata a una funzione portante, può essere considerata una semplice membrana che isola l'interno dall'esterno. Essa non deve più sostenere i solai, e ciò permette di risolvere di colpo, integralmente, il

secolare problema di far penetrare negli edifici la massima quantità di luce: la facciata può ormai essere di vetro sino al 100 per cento della sua superficie... All'interno dell'edificio, ingombro solo da rari pilastri, la pianta è completamente libera, in quanto non è più necessario che i tramezzi divisori si corrispondano da un piano all'altro, come era finora richiesto dal sistema a muri portanti»[5]. Il massimo della specializzazione degli elementi, quindi (a somiglianza dell'architettura greca) come garanzia della libertà compositiva dell'architetto e quindi come ricerca di quella razionalità in grado di attribuire al costruire il connotato della massima flessibilità.

Due atteggiamenti che si possono considerare capostipiti anche delle recenti tendenze del mercato edilizio nel campo della produzione industriale dei componenti; una produzione legata quasi "geneticamente" al concetto di flessibilità. La vicenda inglese degli anni '50-'60, definita come *components approach*, è emblematica di un caso in cui una intera nazione tenta di mettere a fattor comune le regole geometrico-dimensionali che governano la produzione per l'edilizia. In quella fase, come racconta Raffaella Crespi «quasi tutti i produttori di materiali per l'edilizia adottano quindi griglie modulari che consentono un dimensionamento delle parti tale per cui, per esempio, il serramento prodotto da una ditta di Manchester può essere montato in serie con pannelli di tamponamento esterno prodotti da una ditta di Bristol, e così via»[6]. Questo atteggiamento punta ad aumentare la flessibilità dell'impiego dei componenti mettendone a fattor comune i dati dimensionali e quindi operando a valle del componente stesso, la cui possibilità d'uso si estende in virtù della proporzionale espansione del suo livello di *compatibilità* con gli altri elementi.

Figlio del *components approach* anglosassone, il sistema aperto, o catalogo nazionale dei componenti per l'edilizia, ha avuto una vita più difficile ed un esito meno brillante anche perché i primi governi dell'Italia repubblicana attribuivano all'edilizia il ruolo di "settore volano" per l'assorbimento della manodopera meno specializzata, escludendo a priori quindi l'uso di tecnologie troppo avanzate o complesse che richiedevano manodopera specializzata ritardando lo sviluppo dell'industrializzazione dell'edilizia[7].

All'inizio degli anni '80 nasce in Italia la strategia del **semicomponente**, emblematica dell'altro modo di utilizzare il paradigma della flessibilità, quello che risale all'archetipo del costruire romano. L'ipotesi-guida di questa nuova logica è quella di pervenire ad una *semplificazione* del tradizionale **componente** attraverso la sottrazione di una serie di caratterizzazioni - tra le quali grande importanza rivestono quelle di natura formale - per rendere il prodotto industriale appetibile non solo alle grandi imprese di costruzione, dotate dei macchinari e delle tecnologie necessarie per gestire i grandi elementi prefabbricati prodotti negli anni precedenti, ma anche alle medie ed alle piccole imprese e per poter impostare, quindi, una produzione di grande serie che consenta anche di tenere bassi i costi e, "circolarmente", di rendere ancora più appetibili i prodotti.

Ma le più recenti acquisizioni in campo informatico e i più recenti sviluppi dell'organizzazione produttiva sembrano scavalcare gli ultimi due argomenti trattati, spostando il tema della flessibilità di progetto dai suoi luoghi tradizionali, a monte, nella fase di produzione dell'oggetto. L'*informatizzazione* e quindi la *robottizzazione* della catena produttiva mette in moto una macchina che scavalca il problema della grande serie e punta alla creazione di elementi che si commisurano esattamente e fino al pezzo unico alle richieste del committente. In tal senso il connotato della *universalità* d'impiego, tipico del prodotto industriale e fino ad oggi duale della flessibilità, decade, spazzato via dalla possibilità di personalizzare il prodotto industriale come in passato faceva l'artigiano e suggerendo in definitiva un passaggio dalla flessibilità di progetto alla *flessibilità di produzione.*

Ma flessibilità di produzione implica flessibilità di *assemblaggio* e le tecniche esecutive dell'edilizia evolvono con una lentezza infinitamente superiore rispetto a quelle produttive, per cui quando l'industria modifica la produzione il cantiere dura fatica ad adeguarsi in tempi brevi a queste modificazioni; si può sostenere allora che se la maggior parte dei prodotti per l'edilizia è ormai diventato di provenienza industriale lo stesso non vale nel campo delle tecniche esecutive, in cui l'artigianato persiste e diventa a sua volta un consumatore di prodotti industriali.

Questo perdurare delle tecniche artigianali consente di sviluppare alcuni ragionamenti sui tre modelli possibili di organizzazione della produzione e dell'esecuzione dell'oggetto architettonico. Mettere a confronto preindustriale, **industriale** e **post-industriale** significa in prima istanza riconoscere i notevoli punti di contatto esistenti tra il primo ed il terzo modello, tutti e due impostati sulla produzione di elementi unici (per il post-industriale, fondato sulla produzione robotizzata, questo, come già accennato, è un discorso limite ma teoricamente praticabile) che di volta in volta si adeguano alle necessità del caso particolare. Molto diversa appare invece la logica propria dell'industria che, nell'unificazione del pezzo nonché nell'individuazione dell'elemento più universale e quindi

necessariamente più *flessibile*, trovava la sua principale ragion d'essere.

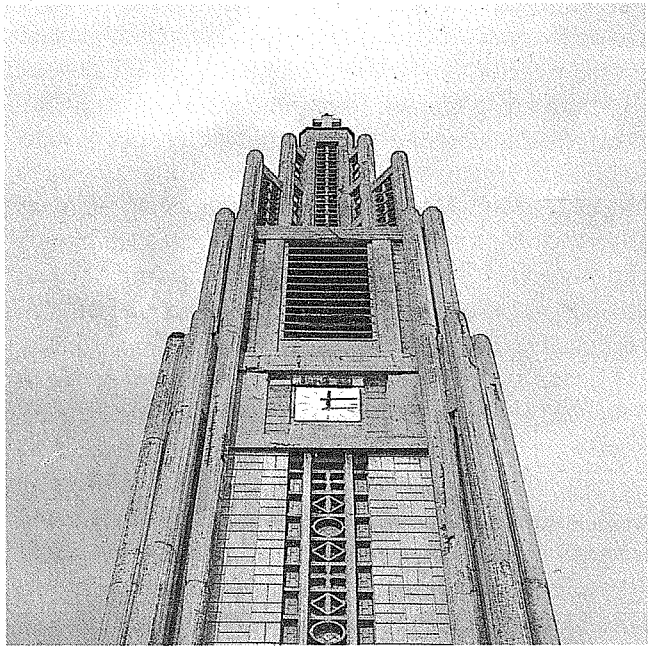
La similitudine tra artigianato e post-industriale è rafforzata e resa fattuale dal contemporaneo ritardo di sviluppo che si registra nel mondo delle imprese di costruzione. Infatti, in un panorama costruttivo come l'attuale, l'unico interlocutore possibile per la produzione post-industriale (che naturalmente ne valorizzi le nuove potenzialità) è l'impresa artigiana tradizionale che opera nel settore del recupero e che, anche nel campo delle nuove costruzioni, non ha il vincolo della ripetitività e dell'unificazione, propri del costruire di tipo industriale. Valga per tutti il caso della produzione robottizzata di infissi metallici: la grande duttilità, garantita dalla gestione automatizzata della catena produttiva - che consente di variare in tempo reale le caratteristiche dimensionali e tipologiche dei prodotti - non può essere valorizzata da un tipo di costruzione che utilizzi, ad esempio, pannelli prefabbricati per la chiusura esterna di produzione industriale, realizzati con una tecnologia produttiva che consente un numero molto limitato di configurazioni. Una costruzione con le chiusure esterne realizzate in muratura può avere la necessità di configurare un grande numero di aperture differenti e quindi può (una volta studiato e risolto il non secondario problema dell'interfaccia) valorizzare la flessibilità del serramento metallico.

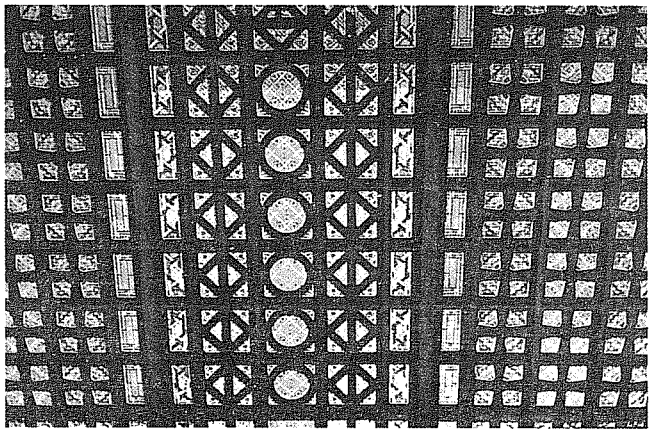
L'esempio riportato è significativo solo in parte, perché la modificazione alla quale può assoggettarsi il prodotto non è infinita ma rimane vincolata alle macchine disponibili, ai *know how*, ai limiti di oscillazione fisica consentiti dalle strutture. Così come il falegname può adeguare il suo infisso a tutte le misure, può modificarne il profilo rendendolo più o meno resistente, può ragionevolmente cambiare l'essenza utilizzata o ancora dimensioni e tipi delle cerniere e delle maniglie, così può fare la produzione robottizzata, restando entrambi confinati nel limite di certe dimensioni massime e minime, di certi materiali (un robot programmato per produrre serramenti di lamierino metallico piegato a freddo non potrà mai realizzare un infisso di alluminio estruso). La ricerca dell'universalità dell'impiego, della massima flessibilità quindi non scompare ma si sposta dal campo dell'oggetto al campo dell'organizzazione produttiva dell'oggetto, all'individuazione delle attrezzature adeguate, alla definizione di quell'intervallo di oscillazione nell'ambito del quale il prodotto può variare senza implicare la modifica dell'intera catena produttiva e andando incontro alle aspettative del mercato.

Se questo è vero nel settore della produzione, risulta però meno attuabile in quello, pure essenziale, delle tecniche esecutive; come già detto, l'impresa di costruzione sembra ancora molto lontana dall'evoluzione verso la quale si indirizza oggi l'industria e questo è particolarmente vero nella vecchia Europa in cui le tradizioni costruttive sembrano più difficili da modificare. In tal senso si può affermare che, se per quello che riguarda gli aspetti produttivi la flessibilità di progetto sarà verosimilmente (ma non tanto rapidamente) scavalcata dalla flessibilità di produzione, il primo paradigma potrà ancora essere utilizzato per gli aspetti esecutivi del costruire futuro, ed in particolare per trovare forme di convivenza tra il passato, rappresentato dai metodi artigianali, il presente, e quindi ciò che delle logiche industriali è riuscito ad affermarsi anche a livello delle tecniche esecutive, ed il futuro che guarda sempre più concretamente verso le infinite possibilità offerte dai metodi di automatizzazione nel governo delle catene produttive.

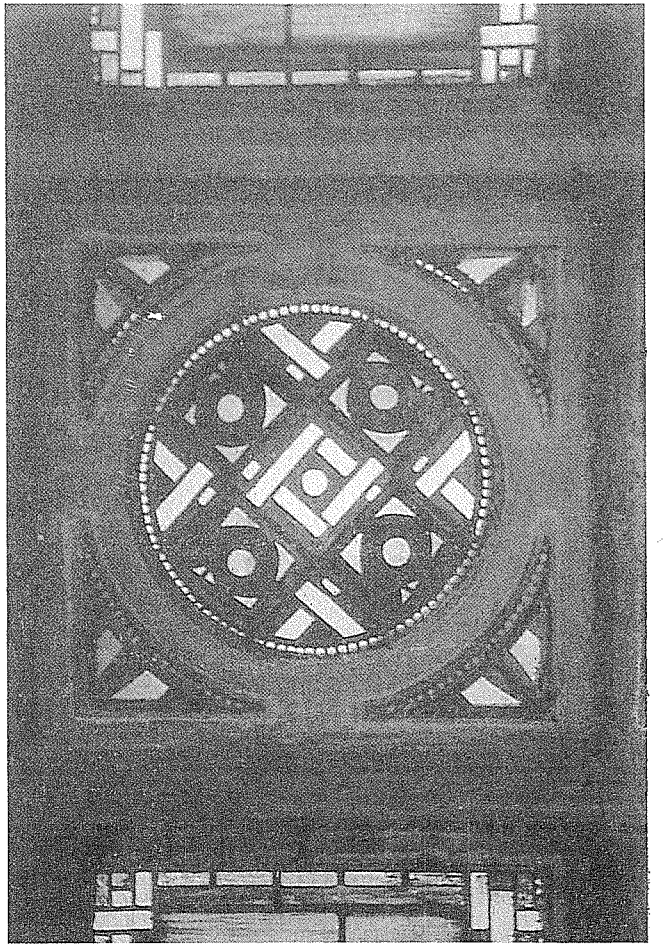
Note

1. Daniel Chenut, *Ipotesi per un habitat contemporaneo* (1968), tr. it. Mondadori, Milano, 1968, p. 29.
2. Marcel Franciscono, *Walter Gropius e la creazione del Bauhaus*, Officina, Roma, 1975, pp. 64-65.
3. Renato De Fusco, *Storia del design*, Laterza, Bari, 1985, p. 103.
4. Giulio Carlo Argan, *Prefazione*, in Konrad Wachsmann, *Una svolta nelle costruzioni* (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960, p. 7.
5. Le Corbusier, *Maniera di pensare l'urbanistica* (1946), tr. it. Laterza, Bari, 1965, pp. 23-24.
6. Raffaella Crespi, *Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura*, Angeli, Milano, 1979, p. 41.
7. Cfr. Guido Nardi, *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Angeli, Milano, 1979, in cui è descritta la situazione normativa dell'edilizia post-bellica italiana caratterizzata dal piano Fanfani.

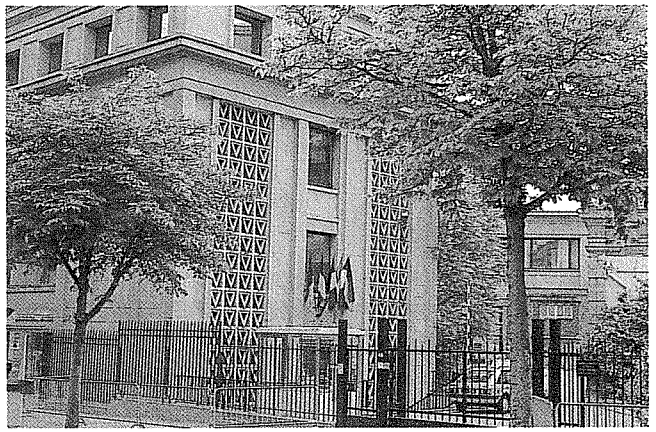




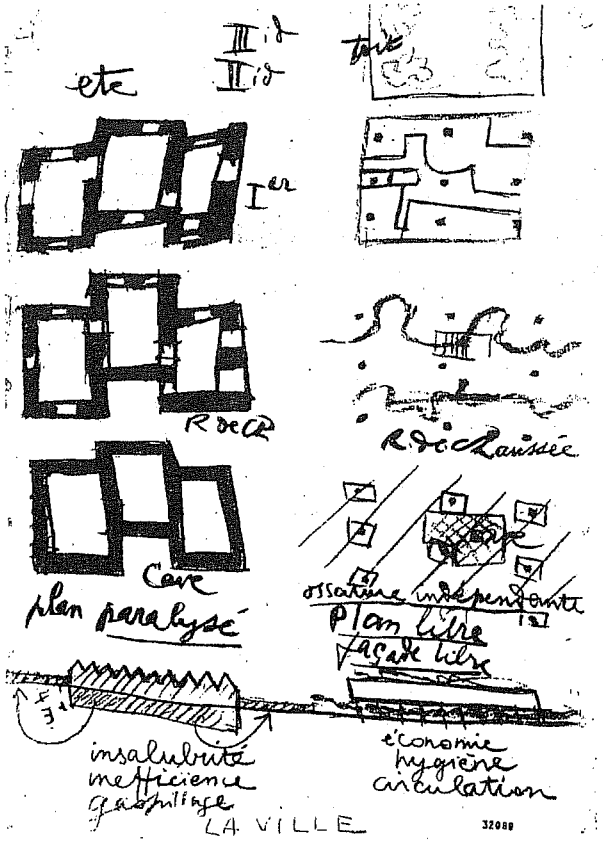
28-29 - Particolare del campanile e vetrata di fondo della chiesa di Notre-Dame de Consolation a Le Raincy in cui i piccoli elementi in cemento armato servono sia per disegnare la vetrata sia per la realizzazione dell'apertura del campanile molto segnata nella direzione della verticalità.



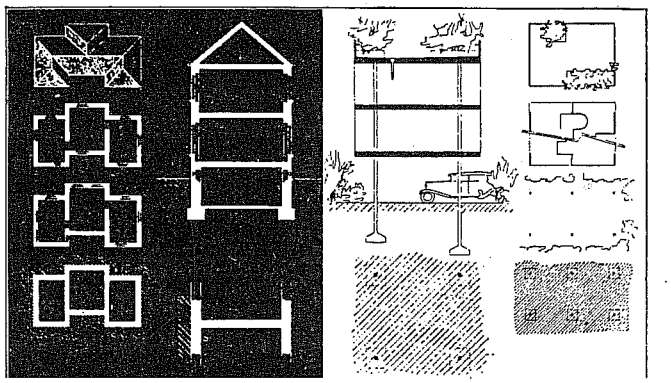
30 - Ancora la chiesa a Le Raincy in cui l'elemento prefabbricato diventa una claustra vetrata.



31-32 - Vista laterale e particolare del coronamento del Musée des Travaux Publics di Auguste Perret. Tornano i piccoli elementi in cemento prefabbricati questa volta con funzione di paramento vetrato e di apertura a fascia orizzontale.



«Pianta paralizzata-pianta libera».



33-34 - Le Corbusier: « la rivoluzione architettonica è compiuta». Il passaggio dal muro al pilastro in cemento armato consente di liberare la composizione degli elementi sia in facciata che in pianta.

Manutenibilità

di Paola Ascione

Il **degrado** e l'**obsolescenza** di molte costruzioni, anche piuttosto recenti, hanno indotto ad una riflessione più sistematica sul problema della permanenza nel tempo della qualità edilizia.

Se la qualità, genericamente intesa, è costituita da «qualsiasi proprietà che caratterizza in qualche modo cosa o persona,... nell'uso comune soprattutto in relazione alla capacità o possibilità di raggiungere o no un determinato scopo»[1], in particolare la qualità edilizia può essere interpretata come l'insieme delle proprietà che definiscono il grado di rispondenza di un edificio ad esigenze di ordine abitativo, ambientale e tecnologico[2]. In tal senso essa si pone come uno dei principali obiettivi del processo costruttivo, la cui portata non si estingue con la realizzazione ma va necessariamente estesa alla gestione dell'edificio e, dunque, proiettata su un arco di tempo sufficientemente ampio.

L'edificio può essere considerato come un vero e proprio organismo[3] soggetto ad un inevitabile invecchiamento che può presentarsi in tempi e modi diversi, in relazione all'aggressione di agenti esterni e alle stesse modalità di costruzione: naturalmente ne costituiscono fattori di accelerazione eventuali carenze progettuali e tecnico-esecutive. Il progressivo degrado dell'organismo edilizio viene generalmente bilanciato da adeguati interventi di manutenzione.

La manutenzione, nella pratica edilizia, costituisce l'insieme di operazioni atte a mantenere, ripristinare o migliorare uno standard qualitativo predeterminato ed accettabile. In senso più ampio, è il processo di regolazione e di controllo volto ad assicurare nel tempo l'efficienza di un sistema edilizio, attraverso il monitoraggio di tutte le possibili deviazioni dallo stato di originaria integrità fisica e funzionale degli elementi che lo compongono.

Le tecniche manutentive adottate nel passato erano generalmente di tipo correttivo, tese cioè a riabilitare disfunzioni già avvenute, e quindi legate più all'idea di *riparazione* che al concetto di *manutenzione* in senso proprio. Successivamente la limitata funzionalità di simili strategie, anche in rapporto alle dinamiche industriali e di mercato, ha spinto, nella logica di una più sistematica programmazione dell'attività manutentiva, verso tecniche di carattere preventivo, vale a dire verso interventi tesi a ripristinare standard qualitativi accettabili, o meglio a prevenire il guasto, secondo criteri prestabiliti a periodicità fissa (manutenzione secondo condizione, manutenzione a cicli prefissati, manutenzione opportunistica).

Solo di recente si stanno affermando tecniche di tipo predittivo, cioè a periodicità statistico-probabilistica basate sulla **affidabilità** del sistema[4]; in questo caso gli interventi sono subordinati alla segnalazione ispettiva. Strategie di questo tipo presuppongono un monitoraggio costante dell'edificio in modo da prevedere la formazione di guasti o rotture particolarmente gravi. Risulta, così, più facile reintegrare tempestivamente il singolo elemento prima che esso stesso o altri contigui possano subire danni aggiuntivi. In tal modo è possibile ridurre i tempi dell'intervento di manutenzione e abbassare i costi complessivi.

L'esigenza di mantenere nel tempo inalterate le caratteristiche originarie delle costruzioni è stata, si può dire, da sempre avvertita. I termini latini *instaurare*, *reficere*, *renovare* corrispondenti a *fare nuovo*, *riavere in attività*, *ridare vitalità*, testimoniano quanto l'idea manutentiva sia antica[5]. Nella società preindustriale, le regole per conservare in stato di efficienza i manufatti edilizi appartenevano al patrimonio di conoscenze della *cultura materiale*, e tendevano a fondersi con quelle proprie delle costruzioni stesse: le tecniche, le lavorazioni, i materiali tradizionali, sperimentati dalla pratica, garantivano la durata dell'edificio. L'utente era spesso in grado di riparare da sé gli oggetti di uso comune. Così come si può dire che gli utensili degli artigiani siano stati forgiati dal loro utilizzo costante nel tempo, attraverso un naturale processo di perfezionamento, e possono essere considerati, contestualmente, elementari ed efficienti, gli edifici del passato, semplici nella costruzione e nella realizzazione - grazie all'uso di tecniche ormai consolidate e convenzionali - erano probabilmente più familiari e più comprensibili e quindi, in tal senso, più facili da riparare. Adolf Loos elogia la semplicità e la saggezza del contadino che, nel costruire la propria casa secondo la tradizione, collabora con gli artigiani (il muratore, il carpentiere, il falegname) «e poi... rimesta in un grande recipiente pieno di colore a calce e dipinge la casa bella bianca. Ma conserva il pennello perché a Pasqua, l'anno prossimo, verrà di nuovo usato»[6]. In generale, ad una limitata complessità strutturale dell'edificio corrispondeva un livello potenzialmente elevato di manutenzione, affidata ad interventi non necessariamente specialistici. L'uso di materiali e tecniche facilmente riconoscibili, di semplice applicabilità e gestibilità, garantiva un linguaggio tecnico comprensibile ai vari operatori del processo edilizio e manutentivo. In altre parole, si è nell'ambito di riferimento di una cultura diffusa della manutenzione attenta alla gestione dell'edificio per quanto poco complesso esso sia.

L'avvento della Rivoluzione industriale, più precisamente la nascita e lo sviluppo della industrializzazione dell'edilizia, ha portato al disperdersi delle regole d'arte consolidate e alla nascita di una filosofia produttiva che pone al suo centro i nuovi paradigmi della quantità, della economicità e della *serialità*. In questa realtà si sviluppano atteggiamenti progettuali, che pongono in secondo piano il requisito della durabilità, privilegiando, nel caso degli architetti del Movimento moderno, la realizzazione di opere rispondenti alle diverse istanze dettate dalla società contemporanea, senza porsi il problema delle sorti future del manufatto architettonico. La produzione industriale è il mezzo per dare corpo al proprio linguaggio espressivo.

Questa intersezione tra linguaggio architettonico e produzione industriale, che si traduce in una costante **sperimentazione** di nuove tecniche e nuovi materiali, segna un momento di frattura con la tradizione edilizia precedente e con la cultura manutentiva propria di quella tradizione, e reca in sé un deciso mutamento di prospettiva che ancora oggi possiamo intravedere: «in altri tempi, il nostro spazio visivo, seguendo l'immagine del nostro spazio culturale, era arredato di presenze rassicuranti, stabili; valori che davano un senso alla vita, regole da seguire, modelli da riprodurre. L'architettura, in un certo senso, ha cambiato categoria merceologica; da categoria di bene durevole, o conservabile, è passata a quella di bene deperibile, da distruggere dopo l'uso»[7]. Deperibile, spesso e diffusamente anche per quelle evidenti carenze costruttive che sono l'esito ultimo, dozzinale e semplificatorio, di quelle posizioni teoriche.

Nell'Italia nel secondo dopoguerra, ad esempio, sotto la spinta del desiderio di ricostruire il Paese, si sviluppò una fortissima espansione edilizia, come risposta a pressanti esigenze di ordine quantitativo. La maggioranza degli interventi che ne derivarono furono dettati da una politica di emergenza generalmente poco attenta agli aspetti qualitativi. Ed è proprio il perdurare di questa incuria una delle cause principali dei feno-

meni di degrado e di obsolescenza di larga parte dell'attuale patrimonio edilizio pubblico[8].

Ma, da alcuni anni, si avverte un diverso orientamento della domanda sociale caratterizzata dal bisogno di migliore qualità dello spazio costruito. La crescente attenzione verso i problemi dell'obsolescenza e del degrado è motivata da numerose ragioni; tra le più evidenti: la necessità di superare la crisi prestazionale di molti sistemi e sottosistemi dell'edilizia prodotta a partire dal dopoguerra; l'inaspettato deperimento di materiali e sistemi "evoluti"; l'interesse da parte di diversi enti o società, specialmente nel settore terziario e dei servizi, a poter prevedere gli oneri di gestione (nei quali rientra la manutenzione) degli edifici di proprietà o in uso. Ed è proprio la crescente e diffusa esigenza di qualità che ci consente di inquadrare in una prospettiva più matura i concetti di *manutenzione* e di *durata*.

La manutenzione è venuta ad esprimere non solo il complesso delle attività volte alla conservazione, ma anche l'insieme degli interventi finalizzati al miglioramento della qualità del sistema. Infatti, oltre al ripristino dei subsistemi o dei componenti soggetti a degrado, risulta necessario adeguare costantemente gli edifici alle esigenze di ordine sociale, culturale e tecnico-normativo ai fini della qualità prestazionale e della sicurezza degli edifici.

Il concetto di durata ha visto delimitare il proprio ambito referenziale, ricondotto nei limiti storicamente più accessibili e attuali di ciclo di vita utile dell'edificio (*durata programmata*)[9]. Va, infatti, rilevato che lo sviluppo della società industriale ha segnato il progressivo decadimento del principio di lunga durata del bene d'uso, essendo oggi notevolmente ridotti i tempi del ciclo di vita della maggior parte degli oggetti di consumo[10].

Ezio Manzini[11] sottolinea l'importanza per il consumatore non tanto della durata dell'oggetto in sé, quanto, piuttosto, della *durata della performance*, intendendo con questa il tempo in cui l'oggetto è in grado di rispondere alla funzione per la quale è stato creato. Esistono però alcuni oggetti che, per motivi essenzialmente di ordine culturale, *sono fatti e vissuti per la loro durata*. In Europa la casa è un esempio di bene che sembra ancora non aver varcato la soglia che separa gli *oggetti eterni* (o almeno pensati come tali) da quelli *transitori*. In aperto contrasto con le consolidate tendenze volte a un consumismo prossimo allo spreco, sempre più vive si sono fatte d'altra parte le istanze di ispirazione ecologica ed ambientalista. In questo contesto, teso alla ottimizzazione nello sfrut-

tamento delle risorse, il concetto di manutenzione si è arricchito di nuove sfumature.

Oggi, dunque in piena epoca **post-industriale**, in una fase di superamento del modello urbano di sviluppo basato sulla crescita e sull'espansione, la problematica manutentiva si è ritagliata un preciso spazio all'interno della più generale questione ambientale. In particolare la manutenzione assume un carattere peculiare soprattutto se intesa come *conservazione di una condizione di equilibrio*[12] nell'ambito delle trasformazioni fisico-ambientali dello spazio antropizzato.

Sulla relazione tra cultura manutentiva e cultura ambientale è intervenuto Vittorio Magnago Lampugnani che, individuando il ricambio e la manutenzione come due modelli antitetici di produzione, sostiene: «la scelta contro il modello del ricambio e a favore di quello della manutenzione è innanzitutto una scelta squisitamente culturale. Nella attuale situazione ecologica diventa però un imperativo esistenziale. Perché produrre per consumare e subito buttare significa uno spreco. E uno spreco è proprio ciò che in un mondo di rifiuti e angosciato dalla limitatezza delle proprie risorse non possiamo assolutamente permetterci»[13].

Tale ambito culturale, che vede appunto come questione centrale l'ottimizzazione dello sfruttamento delle risorse, siano esse naturali o artificiali, elabora strategie manutentive basate sul concetto di riparabilità. Di qui, la valorizzazione di sistemi costruttivi semplici, reversibili, *pensati* per essere manutenuti. In tal senso, la manutenzione si pone come attività coniugata al processo edilizio stesso, nella sua unità e complessità, e come tale va studiata, prevista e programmata all'interno del progetto.

Il problema non riguarda esclusivamente gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, ma anche la progettazione del nuovo. Già nella fase di progetto vengono operate scelte determinanti ai fini della durata degli immobili. La manutenzione, nella quale concorrono tecniche progettuali ed esecutive che riguardano il "come realizzare" e il "come gestire" l'edificio, investe l'intero processo costruttivo e pertanto dovrebbe essere un'attività programmata ma soprattutto prevista dal progetto[14]. Mancando tali premesse, ogni tipo di intervento manutentivo e di controllo diverrebbe di problematica attuazione e quindi particolarmente dispendioso. Nel caso degli impianti idrici sotto traccia, ad esempio, è impossibile compiere anche una semplice ispezione senza arrecare danni a parte del fabbricato, determinando ulteriori interventi per il ripristino degli intonaci, dei rivestimenti, dei pavimenti.

Parametro essenziale, dunque, per misurare la rispondenza di un or-

ganismo edilizio al mantenimento di livelli qualitativi accettabili è il suo grado di manutenibilità, vale a dire «la caratteristica di progetto, di costruzione, di installazione, che si esplica come la probabilità che un sistema sia conforme a condizioni prestabilite entro un determinato periodo di tempo, durante il quale viene compiuta l'azione di manutenzione in conformità a procedure e a risorse prescritte»[15]; in breve, l'insieme delle premesse e degli accorgimenti progettuali atti a favorire la futura manutenzione dell'edificio. In tale ottica, la questione manutentiva, intesa come mantenimento ed adattamento della qualità dell'edificio nel tempo, viene a collocarsi come un importante riferimento in una logica progettuale che allarga il proprio campo di azione all'intero ciclo di vita dell'edificio.

La manutenibilità diviene, secondo tali logiche, un paradigma da tenere presente nel momento in cui si vanno a combinare materiali e tecniche diverse.

In tale contesto, spetta all'architetto il delicato compito di combinare elementi, prodotti, materiali e tecniche di differente provenienza. La varietà dei prodotti presenti sul mercato potrebbe costituire per il progettista un catalogo da cui attingere con la massima libertà, sulla base delle proprie esigenze. Oltre ad una sufficiente conoscenza tecnica, sono proprio le capacità inventive, innovative, sperimentali e combinatorie dell'architetto che gli consentono di operare scelte in tal senso e di trovare soluzioni costruttive appropriate.

Dunque, ai fini del mantenimento nel tempo della qualità edilizia non basta la scelta di prodotti affidabili, ma risulta necessario porre attenzione al modo con cui questi vengono assemblati. Sono infatti proprio i nodi, i giunti, i collegamenti tra le varie parti che compongono l'edificio, i luoghi più frequentemente soggetti a fenomeni di degrado precoce. Nell'edificio, sistema composto di elementi (particomponenti) e relazioni (giunti), il **collegamento** è certamente un punto critico dell'intera articolazione[16]. Questo riguarda in generale la questione tecnica e strutturale ma è ovviamente legata anche all'aspetto formale-compositivo. Le facciate liscie, intonacate, povere di dettagli, che costituiscono una delle principali caratteristiche delle architetture del Movimento moderno, rispondono a precise volontà linguistiche del progetto ma hanno perso in poco tempo le loro caratteristiche iniziali, dimostrando scarsa resistenza ai fenomeni di degrado. La progettazione del **dettaglio**, frutto di una attenta ricerca di ordine tecnico (ma anche estetico), assume un valore determinante ai fini della manutenibilità. Infatti, «proprio attraverso un dettaglio ben studiato è possibile prevenire quelle situazioni patologiche che, molto frequentemente, riducono la qualità complessiva di un progetto»[17].

La manutenibilità, oggi, può essere agevolata dalla progettazione per componenti organizzati in sistemi aperti, assemblati a secco: procedimenti che consentono la riparazione e la sostituzione del singolo elemento senza dover intervenire sulle altre parti della costruzione. Infatti, la **sostituibilità** del **componente** per vetustà o in caso di rottura improvvisa sarebbe certamente facilitata dall'uso di tecniche di assemblaggio a secco, ovvero di tecniche che consentono di semplificare le operazioni di montaggio e smontaggio delle parti dell'edificio. La questione manutentiva risulta in tal senso legata a due ordini di problemi: il primo, di carattere costruttivo, riguarda la corretta posa in opera e quindi l'uso appropriato delle tecniche di *assemblaggio*; il secondo, di carattere produttivo, riguarda la possibilità di realizzare componenti assemblabili e reversibili.

Il perfezionamento dei processi industrializzati, favorendo una produzione in piccola serie, *versatile* e *diversificata*, offre ampi margini innovativi al progetto, trasformando le sue prassi consuete e predisponendolo a gradi elevati di modificabilità e flessibilità. Ciò rende possibile anche la governabilità di eventi non previsti ma tali da incidere profondamente sulla qualità del sistema edilizio e delle sue parti. Tale questione si lega inscindibilmente, dunque, ad una ridefinizione della cultura del progetto in rapporto alla incessante evoluzione tecnologica. Un rinnovamento che per essere positivo non si deve tradurre nella passiva accettazione di una cultura macchinistica, ma deve essere avvertito come continua appropriazione di un sapere tecnico in grado di ribadire la complementarietà tra teoria e prassi costruttiva.

Il progettista si trova, quindi, di fronte alla necessità di operare un maggiore controllo sui problemi relativi alla esecuzione e alla gestione dell'opera, e all'esigenza di instaurare un più corretto rapporto con il mondo della produzione in modo da assicurare un livello di conoscenza tale da legittimare le scelte progettuali. Nel caso specifico, operare scelte in funzione della manutenibilità vuol dire, inoltre, considerare fondamentali quei fattori di progetto che influenzano il mantenimento ed il controllo della qualità di un edificio durante il suo ciclo di vita, come ad esempio:

- la complessità e le caratteristiche tipologiche dell'organismo edilizio in relazione all'accessibilità dei subsistemi: in tal senso sarebbero auspicabili soluzioni progettuali che prevedano un facile accesso alle parti da ispezionare e rendano più semplici le operazioni di pulizia, attraverso la costruzione di cavedi, controsoffitti rimovibili, pavimenti galleggianti per l'alloggiamento delle canalizzazioni, interpiani tecnici per la colloca-

zione degli impianti e punti di ancoraggio per la pulitura delle facciate esterne degli edifici.

- la scomponibilità dell'organismo e dei suoi subsistemi; assumono particolare rilevanza le connessioni tra le parti (si pensi, ad esempio, al vantaggio dell'uso di giunzioni a secco al fine di favorire l'**intercambiabilità** e la facilità di smontaggio e rimontaggio dei componenti).

La manutenzione, non più limitata all'intervento di emergenza, va necessariamente inserita nella sfera della progettazione. Questo comporta la necessità di portare avanti una politica manutentiva non più dominata dalla logica dell'emergenza e della sostituzione a degrado avvenuto, ma piuttosto ispirata al concetto di prevenzione. Una attenta progettazione delle caratteristiche tecnico-costruttive dovrebbe basarsi sullo studio dettagliato delle esigenze di conservazione dell'edificio nel suo complesso e dei singoli sistemi e sottosistemi tecnologici. La difficoltà di avere dati esatti sul comportamento nel tempo dell'edificio e dei suoi componenti implica la necessità di garantire la possibilità di poter intervenire in futuro sulla costruzione anche in caso di eventi non prevedibili[18].

Non vi è dubbio che le scelte progettuali orientate verso i requisiti della manutenibilità e della durabilità, possono incidere in modo determinante sui costi di costruzione. Ma è anche vero che allargando l'orizzonte del progetto all'intero arco di vita utile dell'edificio, bisogna valutare anche i costi di manutenzione e tenere presente quindi che un maggiore investimento iniziale potrebbe consentire una maggiore economia nella fase di gestione. Progettare avendo presenti le esigenze manutentive significa considerare l'edificio al pari di un prodotto industriale avanzato, pensato per poter essere periodicamente controllato, revisionato, riparato e, quindi, mantenuto in efficienza mediante interventi non distruttivi che consentano di contenere il degrado all'interno dei limiti stabiliti in fase progettuale[19]. Con ciò non si intende affermare che *la casa è una macchina per abitare,* ma che comunque essa si identifica in un vero e proprio *oggetto d'uso* creato per rispondere alla funzione (variabile) dell'abitare, e come tale deve contenere determinati requisiti tecnici. Occorre in sostanza garantire all'edificio un livello di qualità costante nel tempo, qualità intesa non solo come rispondenza alle caratteristiche originali di progetto ma anche come adeguamento a nuove esigenze che di volta in volta si potrebbero presentare. La questione manutentiva appare legata inscindibilmente alle trasformazioni della società contemporanea, ed è per questo che essa è un problema non solo di ordine tecnico ma soprattutto di ordine culturale e come tale dovrebbe essere affrontato.

Note

1. Voce *Qualità,* in *Dizionario Enciclopedico Treccani*, vol. X, Istituto Poligrafico di Stato, Roma, 1970.

2. L'Uni nel 1986 definisce la qualità come «l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o un servizio, che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite» precisando nella nota 7: «in alcuni casi la qualità viene definita come *idoneità allo scopo, idoneità all'uso, soddisfazione del cliente, conformità al requisito.* Poiché queste definizioni esprimono soltanto alcuni aspetti della qualità, generalmente sono necessari ulteriori precisazioni che in ultima analisi riportano ai concetti sopraindicati» (cfr. Maria Chiara Torricelli, *Normazione, qualità e processo edilizio*, Alinea, Firenze, 1990, p. 25).

3. A tale proposito scrive Cecilia Cecchini: «L'edificio respira, si assesta, si adatta al luogo dove è situato. Non pensarlo in questi termini può voler dire imbalsamare gli edifici in un momento definito della loro vita, che coincide con l'ultimazione della loro costruzione o con il completamento della loro manutenzione» (Cecilia Cecchini, *Strategie di manutenzione edilizia*, Alinea, Firenze, 1989, p. 134).

4. Il concetto di affidabilità si è sviluppato, in particolare, nell'ambito della produzione industriale in seguito alla attenzione posta non solo alla qualità del prodotto finito ma anche alla permanenza di tale qualità nel tempo. Secondo le indicazioni Uni/1978 l'affidabilità è «l'attitudine di un elemento ad adempiere alla funzione richiesta nelle condizioni fissate per un tempo stabilito». Dunque, rappresenta un riferimento importante ai fini della valutazione della qualità e del suo mantenimento nel tempo. Oggi l'uso delle nuove tecnologie informatiche facilita la gestione della vastità di informazioni necessarie per la stima dei tempi prevedibili di guasto. Indubbiamente il concetto di affidabilità di un elemento è strettamente legato a quello di durata dello stesso, ma va precisato che un intervento di manutenzione a guasto avvenuto prolunga la durata ma non l'affidabilità dell'elemento (cfr. Aa.Vv., «L'affidabilità in edilizia», *Bollettino di Dipartimento Dipe, Università di Roma*, marzo, 1988). Diversi sono gli studi e le ricerche su tale argomento. Di particolare interesse risulta essere l'intervento di Maria Chiara Torricelli, la quale, riguardo al rapporto tra affidabilità e innovazione, sostiene: «Il problema del controllo dell'affidabilità dei prodotti è strettamente connesso al grado di innovazione tecnologica di un settore, per la necessità che l'innovazione comporta, in assenza di conoscenze sperimentali sulla durata, di affrontare metodi e tecniche attraverso le quali assicurarla in via previsionale» (Maria Chiara Torricelli, *op. cit.*, p. 32).

5. Cfr. Giuseppe Ciribini, «La manutenzione progettata: spunti per una ricerca», *Recuperare*, n. 36, 1988.

6. Adolf Loos, *Architettura* (1910), in *Parole nel vuoto* , tr. it. Adelphi, Milano, 1992, p. 242.

7. Eduardo Vittoria, *Le «tecnologie devianti» per la progettazione ambientale*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *Il Governo del Progetto*, Parma ed., Bologna, 1987, p. 70.

8. Considerazioni sulle possibili cause del degrado delle costruzioni realizzate a partire dagli anni '50 sono state svolte da Claudio Molinari nell'introduzione al testo da lui curato *Manutenzione in edilizia*, Angeli, Milano, 1989.

9. Mentre la durata indica l'attitudine di un oggetto a conservare nel tempo le proprie

caratteristiche, la durata programmata esprime la possibilità di prevedere nel progetto l'arco di tempo durante il quale un edificio dovrà mantenere invariate le proprie caratteristiche in modo da rispondere alle esigenze per le quali è stato realizzato.

10. Sul confronto con altri settori e circa l'indifferenza alla variabile tempo rispetto al comportamento di numerosi prodotti di consumo e ai costi che tale ignoto e incontrollabile comportamento causa ai consumatori, M. Harris osserva: «Penso che la miglior prova della scarsa attenzione del management americano ai problemi di qualità sia il fatto che praticamente non ci sono dati sul "ciclo di vita" dei prodotti di consumo a meno che non abbiano un impiego militare. Appunto seguendo i prodotti lungo il loro "ciclo di vita", dalla nascita alla morte, nelle loro effettive condizioni di impiego, le aziende possono apprendere con esattezza con quale frequenza un articolo si guasti, che genere di riparazione richieda, quanto costino le riparazioni al consumatore in termini di tempo e di denaro, e per quanto tempo il prodotto possa restare in uso prima che il consumatore se ne sbarazzi. Dato che il management ha trascurato gli studi sul ciclo di vita del prodotto, non è un'esagerazione affermare che non solo i consumatori sono stati tenuti all'oscuro riguardo ai pregi e ai difetti delle diverse merci, ma anche le stesse aziende, in linea di massima, sono disinformate quasi quanto i clienti» (Cfr. Claudio Molinari (a cura di), *op. cit.*, p. 67).

11. Cfr. Ezio Manzini, *Artefatti*, Domus Academy, Milano, 1990.

12. Cfr. Giovanni Ferracuti, *Per una definizione della manutenzione ambientale,* in Aa.Vv., *La Manutenzione Urbana,* Il Sole 24 ore, Milano, 1990, p. 49.

13. Vittorio Magnago Lampugnani, «Ricambio o Manutenzione?», *Domus*, n. 738, 1992.

14. Cfr. Guido Nardi, *Il progetto infinito, gli imperativi della manutenzione programmata,* in Claudio Molinari (a cura di), *op. cit.*

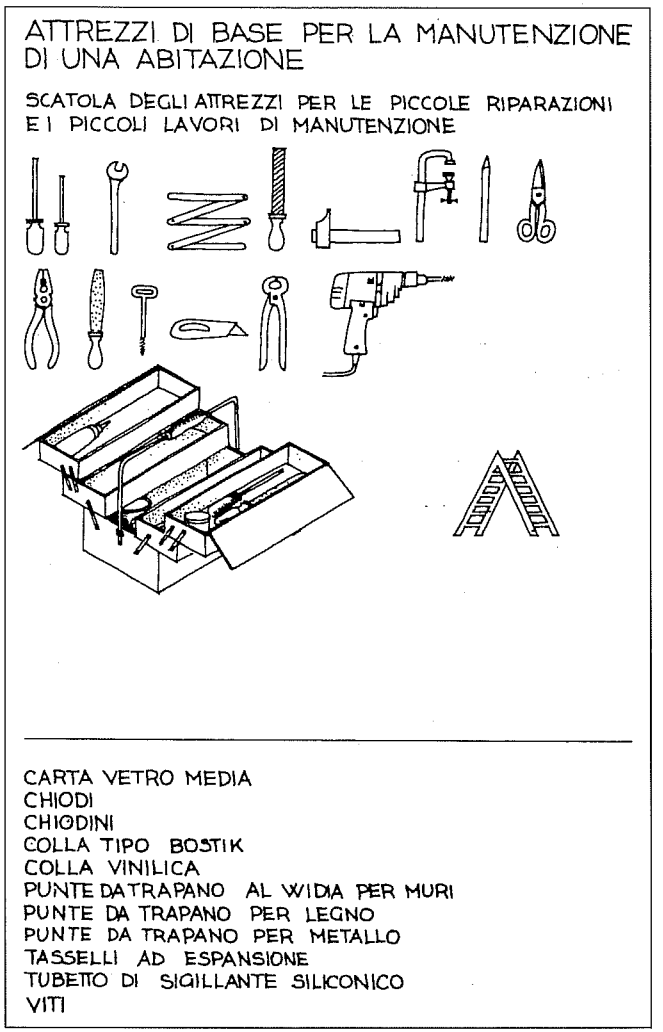
15. A. S. Goldman, T. B. Slattery, *Manutenibilità* (1964), tr. it. Isedi, Milano, 1973, p. 41.

16. Konrad Wachsmann, in riferimento alla progettazione per sistemi aperti, affermava alla conferenza *Concetti di Architettura* svoltasi a Roma nell'aprile del 1966: «Lo sviluppo del giunto, facendo ricorso ai più progrediti metodi di progettazione, è un compito principale che determinerà in gran parte le caratteristiche finali della struttura» (cit. in Leonardo Benevolo, *Storia dell'Architettura,* vol. 2, Laterza, Bari, 1978, p. 671).

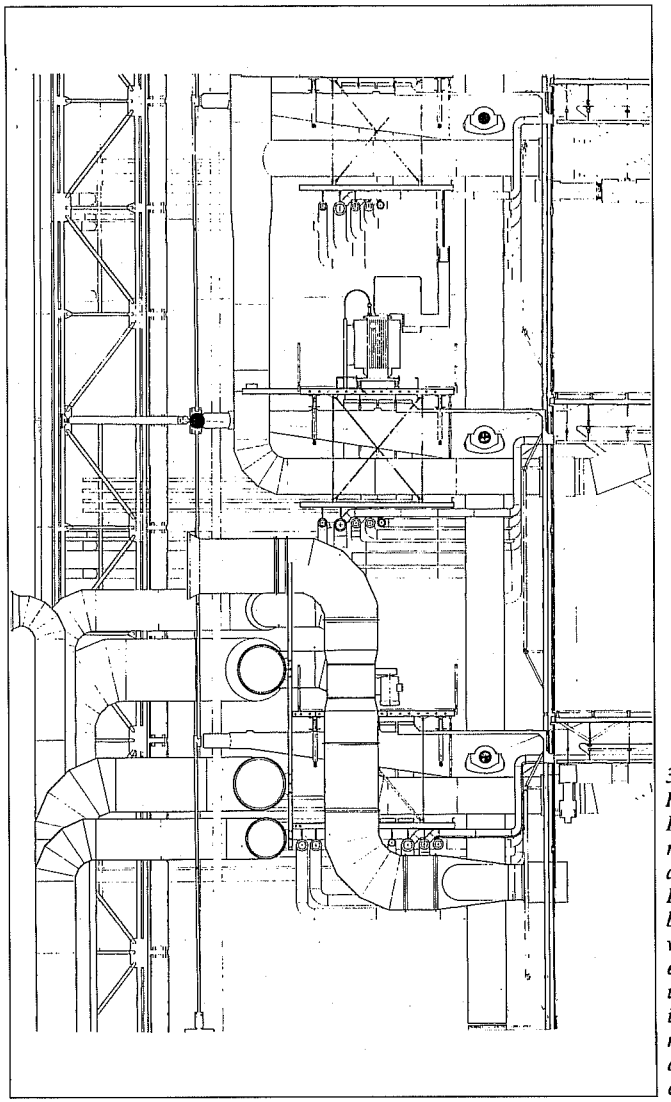
17. Romano Del Nord, *Presentazione,* in Enzo Legnate, Antonio Lauria, *L'architettura nei dettagli*, Alinea, Firenze, 1988, p. 8.

18. Certo non è semplice valutare con precisione le prestazioni nel tempo di strutture, impianti, tamponature, finiture, ma tuttavia in sede progettuale è possibile individuare un livello di tolleranza accettabile che consenta un invecchiamento armonico delle varie parti della costruzione.

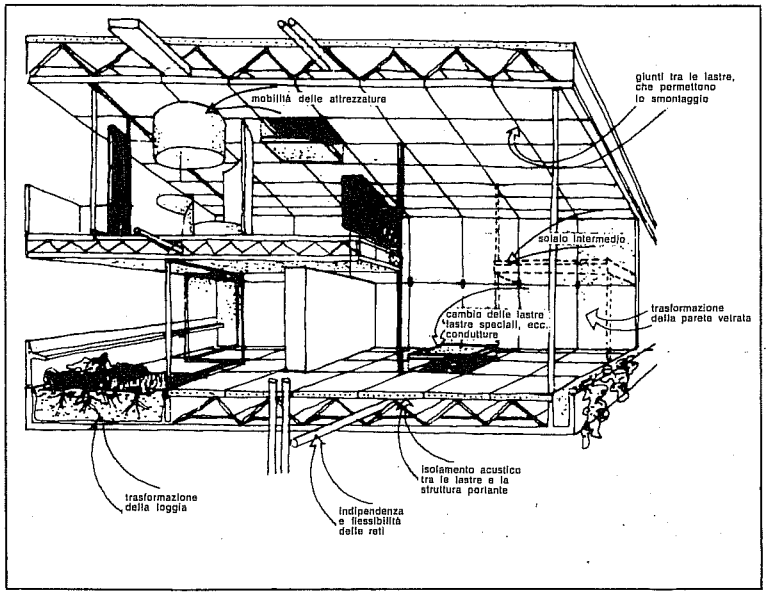
19. Cfr. Cecilia Cecchini, *op. cit.*

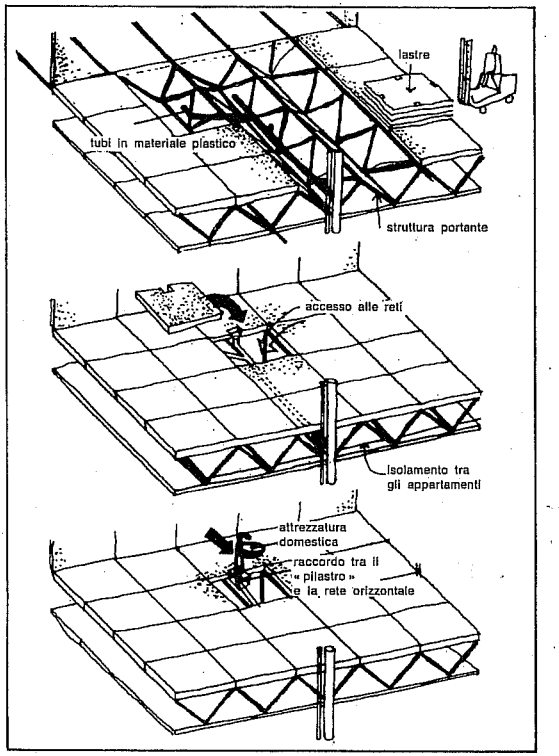


35 - Un manuale di autocostruzione indica gli attrezzi indispensabili all'utente per i piccoli lavori che si rendono necessari per la conservazione in buono stato della propria abitazione.

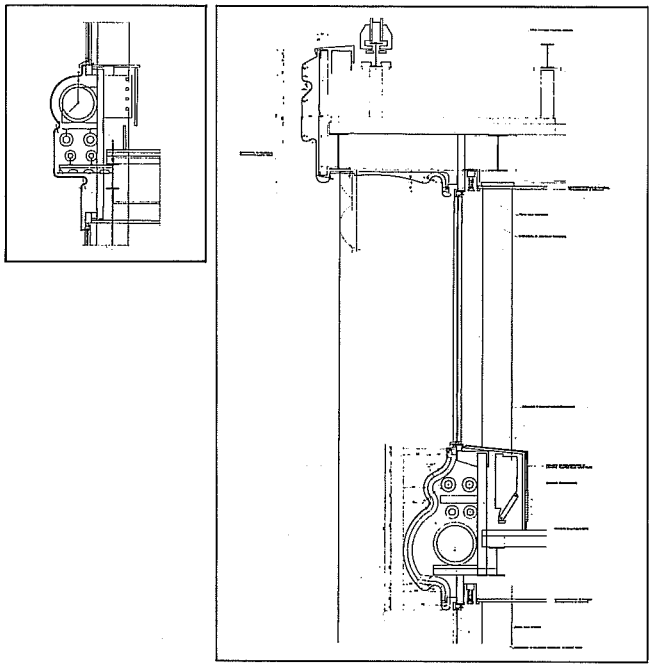


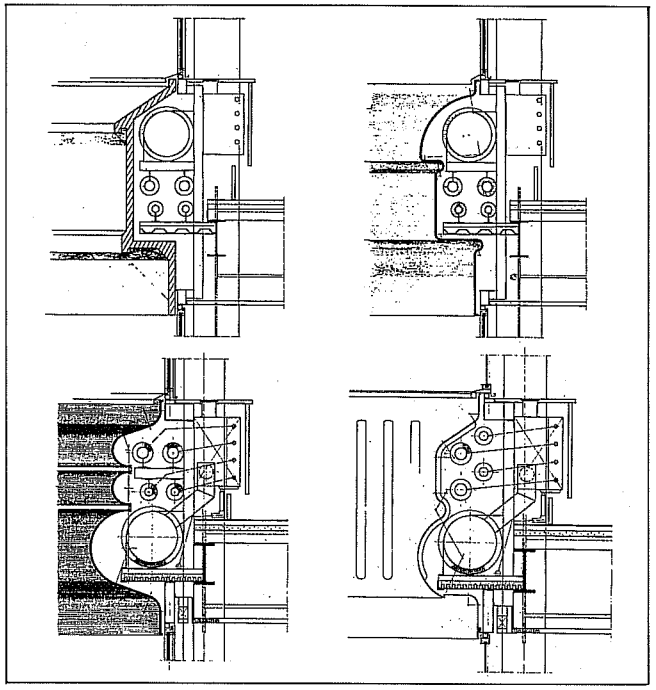
36 - Renzo Piano e Richard Rogers, Centre Pompidou, Parigi, 1971/77. Particolare della sezione sulla zona degli impianti.
Il problema dell'accessibilità agli impianti può diventare, per la complessità e la sofisticazione delle reti, un fattore di riferimento importante nella definizione di un progetto, incidendo fortemente sull'aspetto compositivo.





37-38 - Le caratteristiche per una casa "flessibile", individuate da Daniel Chenut, coincidono con alcuni fattori che favoriscono la manutenibilità: «giunti tra le lastre, che permettono lo smontaggio», «indipendenza e flessibilità delle reti» agevolano l'accessibilità alle parti dell'edificio, semplificando le operazioni per il controllo e gli interventi di manutenzione degli impianti e consentendo la sostituzione o la riparazione di elementi o componenti degradati.





39 - L'attenzione verso gli elementi di serie di produzione industriale, assemblabili a secco, la precisione nei dettagli sono tra i principali riferimenti per il metodo progettuale dello studio Albini, orientato verso la ricerca di una stretta relazione tra forma architettonica ed esigenze di ordine tecnologico:
le carenature esterne smontabili in poliestere rinforzato per il rivestimento dei tubi di condizionamento, realizzate per la Snam a San Donato Milanese, sono il risultato di un attento studio morfologico del dettaglio che assume alti contenuti tecnologici e forte carica espressiva.

Reversibilità

di Augusto Vitale

La cultura **industriale**, come è noto, ha apportato, anche nel nostro paese, profonde innovazioni nella pratica del **costruire**. Nonostante ciò essa è oggi ancora fortemente permeata dalla cultura costruttiva tradizionale che ha ereditato dall'età romana e che affonda le radici nei suoi forti princìpi, ma che in realtà risale a ben più arcaiche, misteriose ed universali radici mediterranee. I principi stessi su cui si basa tuttora l'edificazione sono infatti ancora strettamente legati alle leggi fisiche della gravità e della coesione tra le parti, su cui essa si è basata per secoli, connessi alle regole classiche che conferiscono ai manufatti i corrispondenti caratteri di solidità ed indistruttibilità da cui deriva la loro connotazione principale sia sul piano tettonico che su quello formale. La gravità è infatti la regolatrice dell'equilibrio dei pesi nelle parti della costruzione e definisce, nelle murature, l'orizzontalità dei filari e le regole morfologiche del taglio e della sovrapposizione dei blocchi murari, mentre nei sistemi spingenti determina le geometrie di archi, volte e contrafforti ed, al loro interno, la stereometria dei conci, la sagomatura e l'accurata corrispondenza dei giunti inclinati. La coesione, per altro verso, è in gran parte ottenuta per effetto della stessa gravità, mediante i meccanismi di connessione instaurati dall'attrito e dalla sovrapposizione e compressione dei filari murari, ma anche dall'azione dei leganti plastici che saldano le parti, involucrano i volumi, ripartiscono le azioni, riempiono i vuoti, contribuendo sensibilmente a determinare la monoliticità dell'organismo costruttivo. La *firmitas* vitruviana viene così definita da pochi elementari princìpi, che sono stati i custodi della permanenza, in piena età industriale, dei sistemi murari tradizionali nelle loro forme più comuni e, nello stesso tempo, i semplici strumenti di comprensione e trasmissione universale di tecniche costruttive diffuse, elementari e persistenti.

Una logica siffatta ha comportato la generalizzata accettazione del principio dell'*irreversibilità* costruttiva della compagine tettonica, manifestata dalla rigorosa unidirezionalità temporale dei processi costruttivi che, basandosi su collegamenti ad umido, individuano, per la loro stessa natura, una precisa successione di fasi e non ne ammettono alcuna possibilità di inversione. La solidità e l'intangibilità di tali compagini ha, d'altra parte, consentito di accettare, come fattore di modifica ed alterazione dall'esterno, soltanto il **degrado**, che, come è noto, è un complesso coacervo di fenomeni legati alle interazioni nel tempo tra gli agenti atmosferici, le tecniche costruttive ed i materiali impiegati nella costruzione.

L'iconografia della "rovina", diffusa fin dal Rinascimento e per lungo tempo nella cultura figurativa europea come corollario visivo della riscoperta dell'antichità greca e romana, ebbe grande fortuna nell'età dei Lumi e nella cultura neoclassica sia come ideale di perfezione che come aspirazione romantica ad un mondo segnato dalle leggi della vita e della morte; ciò conferma, d'altra parte, la legittimazione del degrado come aspirazione culturale e la sua accettazione come connotazione strutturale e, per certi versi, permanente dei modi di costruire più consolidati dalla tradizione. Ed è probabilmente a tale atteggiamento che si può far risalire la scarsa attenzione nutrita nel passato verso la questione della *manutenzione*, considerata spesso un problema marginale, anche per il basso costo della manodopera impiegatavi. Come è noto però ciò ha posto in epoca più recente, con la crescita di tale costo e con il progressivo abbandono dei materiali e delle tecniche tradizionali, problemi non indifferenti nel recupero dell'ingente patrimonio edilizio pervenutoci. Per converso tale atteggiamento ha conferito paradossalmente al problema del degrado una vera e propria dignità culturale, contraddicendo spesso perfino le teorie del restauro, fino a teorizzare una sorta di sospensione nel tempo della condizione dell'**obsolescenza** per conservare, più che il manufatto stesso, l'"aura" che lo circonda e ad ostacolare così la necessaria rigenerazione degli edifici più antichi ed il loro **recupero** funzionale, che sono il fondamento della loro conservazione nel tempo.

Eppure tutti i processi di costruzione edilizia suggeriscono in genere l'idea di una possibile reversibilità delle proprie sequenze costruttive, che si collega originariamente e direttamente alla recuperabilità dei materiali e delle parti impiegate. E' bensì vero, come si vedrà in seguito che, più che ai sistemi murari, tale reversibilità si attaglia con maggiore appropriatezza alle sequenze di *montaggio* di taluni sistemi costruttivi leggeri, talvolta addirittura smontabili o temporanei, in genere fondati su

tipi di legami e connessioni tra le diverse parti componenti che evidenziano distinte sequenze di fasi costruttive e che manifestano la programmatica «suscettibilità ad invertire i termini del rapporto tra le situazioni di inizio e di termine» dell'azione costruttiva[1], negando la classica unicità di tempo e di luogo dell'architettura e l'indissolubile legame tra forma e funzione, in favore di configurazioni più aperte a molteplici e variabili assetti.

Tale possibilità di reintepretare e ripercorrere al contrario il processo costruttivo contrasta però con l'evidenza fisica dei processi di *costruzione* naturale (come, per esempio, la formazione dei paesaggi vulcanici o la crescita del mantello vegetale sui suoli agrari) o di quelli, spesso più lenti, di degrado e decadimento ambientale (come l'erosione o la desertificazione), caratterizzati tutti dalla irreversibilità delle fasi attraverso cui si manifestano. E' però altrettanto evidente che, se «solide basi empiriche presiedono all'idea che i fenomeni naturali procedono in una ben definita direzione temporale, dal passato al presente e verso il futuro»[2] e che quindi gli eventi nel mondo fisico fluiscono in senso rigorosamente unidirezionale, differenziando profondamente il passato dal futuro, è altrettanto vero che le principali leggi fisiche elementari del movimento da cui traggono riferimento i processi di costruzione, rivelano al contrario la loro completa reversibilità rispetto al tempo.

In altre parole, fenomeni come lo scoppio di un incendio, lo scioglimento di un blocco di ghiaccio, il versamento di un liquido da un recipiente, il movimento di una frana, regolati dalla legge dell'accrescimento dell'entropia, non sono immaginabili se non nelle sequenze di fasi temporali attraverso cui si manifesta in essi la dissipazione di energia e ci sembrerebbero del tutto innaturali se potessero svolgersi al contrario (come in una proiezione in senso inverso di una pellicola cinematografica). E' ben vero però che innumerevoli altri fenomeni che obbediscono alle leggi generali della meccanica, come la *rotazione* di una cerniera, lo *scorrimento* di un carrello, l'*inflessione* di un profilo elastico, l'*avvitamento* di un bullone, l'*accostamento* di due pannelli hanno la medesima valenza e naturalezza se visti nel senso contrario e quindi sono facilmente interpretabili come eventi reversibili.

Poiché *costruire* è il risultato di un'azione costituita da una sequenza ordinata di azioni (come *sollevare, collegare, montare, ruotare, accostare*, ecc.) basate su leggi meccaniche bidirezionali, è evidente che lo stesso processo, pur nelle sue diversissime manifestazioni, è interpretabile come perfettamente reversibile nel tempo ed ai termini elencati prima corrispondono, con altrettanta indifferenza temporale, gli esatti contrari (cioè

abbassare, staccare, smontare, ruotare in senso opposto, allontanare, e così via) in una simmetrica corrispondenza di risultati.

Se tale principio è accettabile in linea teorica per i riferimenti addotti, sul piano pratico è necessario operare delle distinzioni in relazione ai differenti procedimenti costruttivi. Infatti dei tre sistemi più diffusi di costruzione basati sulla *sovrapposizione* (di blocchi e conci murari), sulla *modellazione* e *formatura* di materiali plastici o fluidi (come l'argilla, il calcestruzzo, le materie plastiche) e sulla *congiunzione* (di aste e pannelli), i primi due sono strettamente condizionati dal consolidamento che il legante (sia esso interstiziale - la malta - o diffuso nella massa) provoca nell'intero manufatto, con la formazione di elementi mono- o bidimensionali verticali o orizzontali (come muri, sostegni, travature, setti e solai) e, più spesso, volumi di diversa complessità tridimensionale che si congiungono nella definizione di più complessi sistemi edilizi. Tali due ampi raggruppamenti di tecniche, che costituiscono di gran lunga i più diffusi modi di costruzione edilizia anche nel settore più recente della prefabbricazione industriale, sono perciò connotati profondamente dall'irreversibilità della propria **continuità** volumetrica.

Pur essendo caratteristica propria e tipica dei metodi di costruzione per modellazione o formatura il cui obiettivo è l'acquisizione di continuità e solidità definitiva nel manufatto, l'impossibilità di invertire il processo realizzativo altera profondamente l'originaria reversibilità della sovrapposizione degli elementi murari, testimoniata da una vasta fenomenologia che affonda le sue radici assai indietro nel tempo (si pensi, ad esempio, ai processi di aggregazione a secco di blocchi di argilla o di conci murari nelle culture primitive o nell'architettura rurale, all'*opus incertum* romano, oppure alle tessiture di tegole sulle orditure dei tetti o ancora alla sovrapposizione di strati di materiali diversi nell'impermeabilizzazione ed isolamento di involucri orizzontali), trasformando spesso sistemi discontinui, come si è detto prima, in un unico *continuum* murario, a cui il rivestimento di intonaco conferisce il definitivo e visibile sigillo. Tali tipi di compagini costruttive possono essere alterati o cancellati soltanto, oltre che dall'azione continua, prolungata e spesso incontrollata del degrado fisico, da cause anche violentemente destabilizzanti (come movimenti del terreno o terremoti), oppure infine dalla demolizione al termine del ciclo funzionale dell'edificio, a cui fa seguito il grosso problema del destino dei materiali di risulta, che in genere debbono poi essere trasportati *a rifiuto*, con altri conseguenti e ben noti problemi, talvolta di grave impatto economico ed ambientale. Tale tipo di destinazione, come

il termine stesso denota, determina soltanto ingombranti ed imbarazzanti problemi per le sue conseguenze economiche ed ambientali, senza che adeguata attenzione sia stata ancora posta allo studio della riutilizzazione dei residui delle lavorazioni afferenti al cantiere (dallo sfrido, alla sostituzione di parti, alla demolizione appunto), talvolta anche di intrinseco ed elevato valore economico.

Al degrado, a cui si è già accennato, si contrappongono, come è noto, le tecniche di *manutenzione*, che provvedono a garantire la permanenza nel tempo delle qualità tecniche possedute originariamente dal manufatto, agendo sui fattori che ne abbreviano la vita e ne riducono progressivamente le prestazioni. La recente ripresa di interesse per tale campo, dietro il quale si cela un vasto e ricco mercato di prodotti e di procedimenti, è dovuta alla crescente centralità dei problemi manutentivi posta dalla rapida crescita e stratificazione di un ormai vasto e prezioso patrimonio edilizio, il cui deperimento assai spesso pone ardui problemi tecnici - oltre che economici - frutto di una ancora diffusa imprevidenza progettuale.

I sistemi costruttivi non compresi nei casi precedenti e contraddistinti, come si è accennato prima, da procedimenti di congiunzione, sono il prodotto più comune delle innovazioni introdotte dalla rivoluzione industriale nelle tecniche di costruzione, in particolare con l'adozione su larga scala delle strutture metalliche, anche se le radici del procedimento si possono far risalire assai più addietro, alla pratica delle costruzioni lignee. Ad eccezione dei casi in cui le connessioni tra le parti sono realizzate con procedimenti irreversibili, come la *saldatura* per il ferro o l'*incollaggio* per il legno, (anche se l'irreversibilità in tali casi ha significato e peso diverso che per i sistemi ad umido), essi si basano invece generalmente su sistemi di **collegamento** processualmente reversibili, come la *chiodatura* o la *bullonatura*, ma anche su metodi di più recente adozione, come l'*inserimento*, l'*infilaggio*, l'*inclusione*, l'*incastro*, mediati dal campo della costruzione meccanica vera e propria. Questi ultimi procedimenti sono compresi in un ambito di tecniche contrassegnato da continue modifiche ed aggiornamenti dovuti ad innovazioni in rapida evoluzione ed individuano un'ampia varietà di giunti di differenti forme e tipologie, che consentono di unire tra loro componenti mono-, bi- e spesso anche tridimensionali in relazione a differenti esigenze funzionali, secondo molteplici geometrie piane e spaziali, spesso assai complesse, e differenti tipi di vincoli statici tra cui prevale la cerniera.

Le congiunzioni a secco nella costruzione tradizionale del passato erano riservate prevalentemente ai materiali di origine organica e naturale e sono

diffuse praticamente in tutte le culture, con notevoli differenze da luogo a luogo; esse erano costituite prevalentemente da rudimentali incastri e semplici legature ed erano destinate a manufatti ed artefatti di uso limitato o stagionale (come le capanne di giunco o ripari rurali o pastorali), oppure smontabili e trasportabili perché in uso presso culture nomadiche (come il *tepee* indiano dell'America del nord o la *yurta* mongola), o anche flessibili o precari nel loro uso (come diaframmi e protezioni temporanee).

Le manifestazioni più colte ed evolute si sono avute nelle costruzioni in legno, diffuse e comuni per secoli prevalentemente nel nord Europa. Il materiale fondamentale era utilizzato in differenti tipi di profili ed in varie tipologie di sistemi costruttivi discontinui, prevalentemente a maglie reticolari, caratterizzati dalle semplici ed efficaci geometrie resistenti, come nella tipica *timber frame* dell'abitazione dell'area anglosassone e mitteleuropea, poi esportata negli Stati Uniti nel secolo scorso con la variante dell'ingegnosa e ben nota *balloon frame*.

La cultura tecnica della costruzione nell'area centroeuropea, più pragmatica e vicina alla natura, alle sue risorse ed ai suoi cicli di quanto non lo sia quella dell'area mediterranea, ha dunque privilegiato l'impiego del legno, il più comune dei materiali organici, leggero ed elastico, riproducibile e facilmente riconvertibile e riutilizzabile, anche se soggetto ad un ciclo di vita ben più breve di quello dei materiali litoidi; per esso quindi i concetti di reversibilità e di manutenibilità assumono significati ben diversi ed indicano modalità e procedure d'uso ben più flessibili. Allo stesso tempo il materiale ha consentito di adottare geometrie più razionali e vicine alle forme organiche della natura vivente, individuando strutture resistenti a scheletro o a reticolo e giunzioni razionalmente corrispondenti alle configurazioni geometriche adottate.

Si è così formata nel tempo una vera e propria cultura "organica" del costruire, assai disponibile a recepire successivamente i criteri di **ottimizzazione** e di alleggerimento che sarebbero stati introdotti dalla tecnica ingegneristica del secolo scorso, per molti versi anticipata, nelle sue proposte tipologiche, dal lungo accumulo di esperienza che la sua stessa area culturale aveva prodotto. In tal modo coppie di termini come: *montare-smontare, aprire-chiudere, infilare-sfilare*, sono penetrate in profondità nella sintassi tecnica dell'edilizia fin dal pieno periodo preindustriale.

La rivoluzione industriale, nata e sviluppatasi in questo tipo di ambiente culturale, ha agito sulle radici tecniche che vi si erano formate, razionalizzando i procedimenti costruttivi preesistenti e proponendo accanto ad essi nuove tipologie ed innovativi impieghi di materiali. Il principio della temporaneità del manufatto costruito ha trovato conferma nella civiltà della macchina e si è accentuato con il tempo, costituendo una delle caratteristiche più significative della cultura industriale. Le nuove tecnologie messe a punto ed i loro prodotti, pur essendo dotati di caratteristiche completamente nuove rispetto al passato, in realtà si sono dimostrati in sostanziale continuità con una cultura di antica origine e di solide fondamenta, che li ha resi per lungo tempo estranei e di difficile diffusione ed adozione nella cultura tecnica del mondo mediterraneo.

Le regole trasmesse dalla nostra tradizione costruttiva, dopo anni di confronto e dibattito, hanno finalmente perso quasi del tutto il loro valore; infatti all'antico principio della permanenza indefinita si è andato sostituendo quello della durata limitata, individuata da precisi ambiti temporali. Ne deriva l'accettazione dell'ineluttabilità del logorìo, a cui sono soggetti gli artefatti prodotti dalla trafila industriale, assai più complessi e sofisticati dei manufatti realizzati nel passato, a cui peraltro la **riproducibilità** seriale ottenuta dalla macchina ha conferito nuove qualità tecniche e maggiore **affidabilità**.

La moltiplicazione del ciclo produzione-bisogni ha però indotto fatalmente la necessità del consumo, che ha allontanato da sé le tradizionali norme del **riciclaggio,** retaggio della società rurale, come si è detto prima, e basato su più semplici principi di uso e più spartane abitudini, oltre che su una più profonda integrazione con i processi ciclici della natura, tra cui primeggia quello della continua trasformazione e rigenerazione biologica delle sostanze organiche.

Nuove esigenze purtuttavia vanno oggi affiorando nella società industriale matura in seguito alla acquisita consapevolezza della limitatezza delle risorse disponibili, dell'alto costo dell'energia di trasformazione dei materiali e, infine, dell'insostenibile costo sociale dello stoccaggio e della distruzione dei rifiuti industriali; da tali elementi emerge la riproposizione del riciclaggio che, nella moderna società industriale, acquista precise motivazioni e formula nuove metodologie operative, finalizzate anche alla redditività. Lo *smontaggio* razionale e programmato dei componenti, con lo *scarto* eventuale delle parti inutilizzabili e la *rigenerazione* selettiva di quelle utilizzabili, è il processo mediante il quale si contraddice e spesso si inverte, nella produzione industriale più matura, l'abituale sequenza di trasformazione, produzione, selezione, montaggio, uso e distruzione, che così profondamente connota ancora il nostro patrimonio di cultura.

Praticato da tempo in alcuni settori della produzione, come quello della carta, del vetro e di molti metalli, il riciclaggio è però comunque collegato ad un limitato numero di materiali, reimpiegabili al termine di processi di *raccolta differenziata*, di trasformazione e di rigenerazione, di costo spesso competitivo rispetto a quello della produzione di materiale nuovo. Negli ultimi tempi tali modalità si stanno estendendo, anche se lentamente, investendo settori nuovi e di forte impatto sul cambiamento del costume[3].

Assai più raramente il riciclaggio ha comportato il riuso integrale di parti o componenti, da reimmettere in nuovi cicli di utilizzazione, anche se in contesti diversi, per esempio di qualità inferiore con conseguenti minori richieste di prestazioni. Il principale ostacolo è costituito, allo stato delle conoscenze, dall'obsolescenza fisica e funzionale a cui il consumo fisico li condanna, obsolescenza legata al calo di qualità intrinseca del materiale ed alle continue modifiche che intervengono nelle prestazioni dei componenti rispetto al tempo. I materiali, in tale processo, infatti cambiano necessariamente funzione: per esempio, la carta bianca, una volta riciclata, come è noto, può venire riutilizzata soltanto in impieghi di qualità inferiore; il vetro dei parabrezza e l'acciaio delle scocche delle auto da demolire vengono destinati rispettivamente alla produzione di bottiglie e di tondino per cemento armato[4].

La possibilità di estendere all'edilizia i princìpi del riciclaggio industriale ed il progetto di una "fabbrica dello smontaggio", così come proposto recentemente[5] sono per ora obiettivi ancora lontani, pur costituendo i rifiuti di cantiere un problema altrettanto importante di quello dei rifiuti domestici urbani. Fanno eccezione, tra gli altri, alcune ricerche avviate su materiali che pure al termine della loro vita conservano immutate o comunque sfruttabili molte delle loro caratteristiche meccaniche. In particolare sono in corso esperimenti in Svizzera sul calcestruzzo risultante da demolizione, ridotto per frantumazione in granuli e riutilizzato come inerte ad elevato rendimento[6].

Allo stesso modo, nella costruzione edilizia è ancora poco diffusa l'applicazione del principio della reversibilità, anche se i procedimenti attuali di costruzione vedono sempre più privilegiare i sistemi a secco, mediati dall'industria delle costruzioni meccaniche, mentre le tecniche innovative di manutenzione si orientano verso la sostituzione programmata dei componenti, in una logica di progetto che adotta e prevede tempi differenziati di uso delle diverse parti del sistema edilizio.

Il costante richiamo al passato, ai tempi già trascorsi della storia, emerge

però come tema ricorrente nella maggior parte della ricerca architettonica degli ultimi anni. Temi come *ri-pristinare, ri-sanare, ri-leggere, ri-comporre, re-cuperare,* con il prefisso ri- o re- che rinvia all'indietro, sono divenuti di uso corrente dopo l'appannarsi dei motivi più genuinamente innovatori, rivoluzionari e spesso iconoclasti dell'architettura moderna della prima parte del nostro secolo, nella «logica della nostalgìa... costante ritorno a una fase anteriore, a un preesistente garante della continuità del passato sul presente. Lo "charme profond, magique dont nous grise / dans le présent le passé restauré" di baudeleriana memoria, ci affascina, ci ispira, ci spinge quasi a cercare un'impossibile reversibilità del tempo»[7]. Tale limitativa condizione, così frequente nei periodi di crisi linguistica, come quella che oggi traversiamo in architettura, contraddice le possibilità insite nei processi reversibili di costruzione, che invece postulano la formazione di uno spazio esistenziale più ricco e variato, individuano un processo continuamente in atto, propongono uno spazio dinamico in cui non esistono fondamenti temporali precisi, sogno e ideale di gran parte della ricerca progettuale dell'architettura moderna.

Di fronte al flusso unidirezionale di eventi presente nella storia, si manifesta tuttavia con continuità un atteggiamento opposto e dialettico, che si sforza di individuare forme di simmetria tra passato e futuro in contraddizione con l'irreversibilità del fluire del tempo, mediante il ricorso al movimento, all'azione dinamica, alla continua ricerca di divenire, che indica manifestazioni perfettamente reversibili del tempo e costituisce un elemento attivo nella ricerca di spazi sempre mutevoli e vivi.

Sotto questa luce si possono quindi conferire significati precisi ed attribuire una nuova validità ai procedimenti costruttivi reversibili, in relazione alle principali esigenze che ne motivano l'impiego e che consistono in:

1) il *recupero* del materiale per ragioni economiche e quindi la sua riutilizzabilità o la trasformabilità dei prodotti semilavorati, da reimpiegare alla fine del ciclo di vita del sistema. Un esempio comune è costituito dal *rottamaggio* di una carpenteria in ferro o di una macchina demolita.

2) la *temporaneità d'uso* e la necessità di altri cicli di vita del sistema (per esempio il recupero delle casseforme per il cemento armato, la smontabilità delle costruzioni di emergenza, di servizio, di cantiere o di strutture espositive e per il tempo libero). Il caso più comune ed evidente è costituito dalle attrezzature di cantiere, che vengono insediate e montate per durare soltanto il tempo necessario alla costruzione per cui il cantiere stesso è stato allestito (anditi e ponteggi di servizio, recinzioni,

schermature di protezione, gru ed elevatori, locali tecnici e per il personale, ecc.).

3) la *stagionalità d'uso*, delle attrezzature balneari o sciistiche, per esempio.

4) la *ciclicità d'uso*, di infissi, persiane, tapparelle, pareti scorrevoli, arredi e così via.

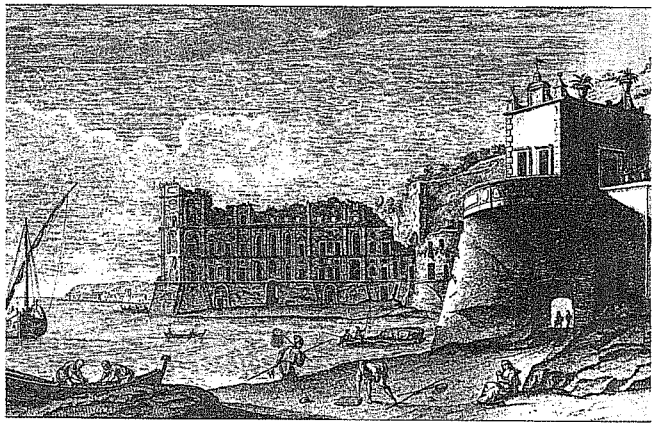
Mentre gli ultimi casi riguardano impieghi legati a funzioni multiple esplicate dal sistema costruttivo o da alcune sue parti, il caso del recupero comporta un nuovo ciclo (o più cicli) di vita del sistema costruttivo, che a sua volta implica la ricerca della legittimazione, per così dire, del cambio di funzione, attraverso la risemantizzazione dell'immagine che una parte del sistema costruttivo deve assumere se viene collocato in un diverso contesto: ciò pone certamente nuovi problemi al progetto, in quanto comporta la previsione di forme e funzioni variabili o differenziate nel tempo.

L'impiego di componenti prefabbricati, opzione sempre più diffusa nell'alternativa costituita dai processi industrializzati rispetto ai metodi costruttivi tradizionali, comporta la necessità dell'accordo di elevati standards produttivi con la maggiore varietà possibile di situazioni progettuali e di contesto. I cosiddetti *sistemi aperti di componenti,* che hanno costituito, in vari paesi europei, un obiettivo qualificante degli studi e delle sperimentazioni nell'edilizia industrializzata negli anni '60 e '70, per la loro adattabilità a situazioni molteplici e mutevoli, nel loro complesso hanno costituito un significativo potenziale di reversibilità nei processi di costruzione o di montaggio. Pur a seguito del complessivo fallimento della politica di unificazione tecnica che presiedeva all'introduzione del coordinamento tra produttori, indispensabile per l'adozione di sistemi integrabili e aperti di componenti, nella produzione attuale di sistemi leggeri di componenti (come quelli, per esempio, in uso per le facciate vetrate continue), tuttora fiorente, sono rimaste inespresse delle qualità relative sia all'**intercambiabilità** delle parti che alla reversibilità dei relativi processi costruttivi. I meccanismi di coesione tra le parti, infatti, per la loro ampia disponibilità a molteplici tipi di assemblaggio ed a diverse configurazioni nel rispetto delle regole di aggregazione, consentono larghi margini di inversione nei processi di aggregazione e quindi di reversibilità, a cui il frequente ricorso di collegamenti a secco, di cui si è già detto, aggiunge più specifici e coerenti connotati tecnici.

La crisi attuale del modello complessivo di industrializzazione edilizia riapre oggi la questione del progetto nella cultura tecnica, inducendo ad indagare sui rapporti e sulla coesistenza possibile tra processi tradizionali e industriali di costruzione; su questa strada sembra oggi avviarsi la ricerca e la **sperimentazione** tecnica nel processo edilizio, in una difficile situazione ambientale, in cui sovrappopolazione, squilibri territoriali e scarsità di risorse naturali impongono con crescente insistenza la necessità di individuare a breve termine modi di costruzione di più ambigua e sottile libertà, di minor consumo energetico e costo sociale e di maggiori flessibilità di impiego, più adeguati al tumultuoso cambiamento in atto.

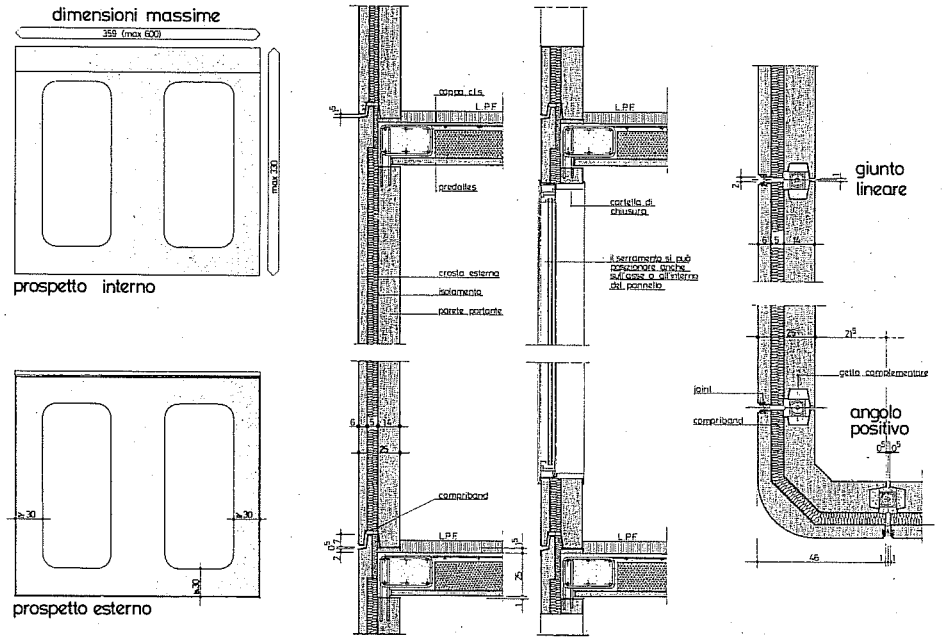
Note

1. Voce *Reversibile*, in Giacomo Devoto, Giancarlo Oli, *Dizionario della lingua italiana,* Le Monnier, Firenze, 1971.
2. Francesco Guerra, Voce *Reversibile-irreversibile*, in *Enciclopedia Einaudi*, Giulio Einaudi editore, Torino, 1980.
3. Cfr. in particolare Kevin Lynch, *Deperire*, Cuen, Napoli, 1992.
4. Il progetto Fare (Fiat auto recycling) recentemente lanciato dalla Fiat, in particolare si ripropone di riciclare al 100% circa 25.000 auto non più utilizzabili ogni anno, ricorrendo ad una rete capillare di centri autorizzati alla raccolta ed allo smontaggio.
5. Cfr. Aa. Vv., *Fare-disfare, lo scenario del produttore riproduttore*, Atti del convegno, Politecnico di Milano, 1992.
6. Esperimenti in corso presso l'Istituto Tecnico Sperimentale delle Industrie Svizzere del Cemento di Wildegg hanno dimostrato i vantaggi sia ecomici che ambientali del riciclaggio pianificato del calcestruzzo, che è uno dei materiali percentualmente più abbondanti tra i rifiuti e gli scarti di origine edilizia.
7. Eduardo Vittoria, *Progettazione dell'incertezza*, in *Prospettive Settanta*, Guida, Napoli, 1980, p. 10.

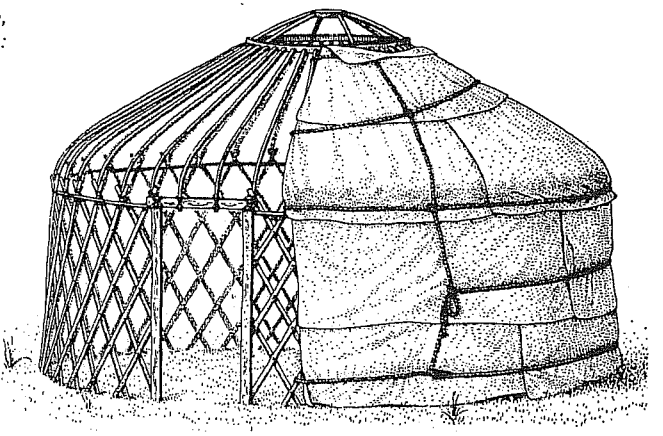


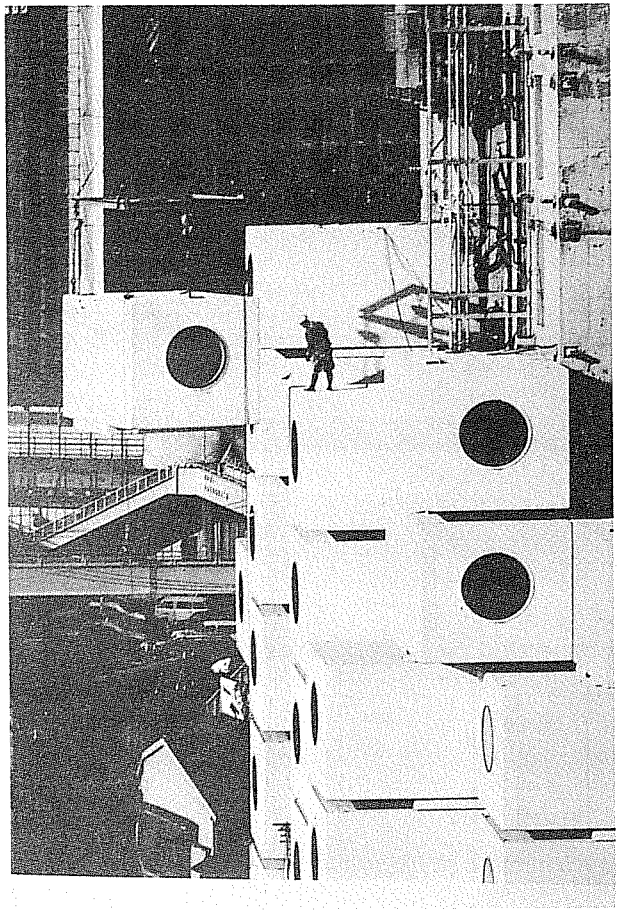
40 - Il culto della "rovina" e la legittimazione del degrado nella cultura classica.

41 - La complessità e l'irreversibilità dei giunti ad umido di un sistema costruttivo prefabbricato a grandi pannelli in c. a. (sistema Sacie).

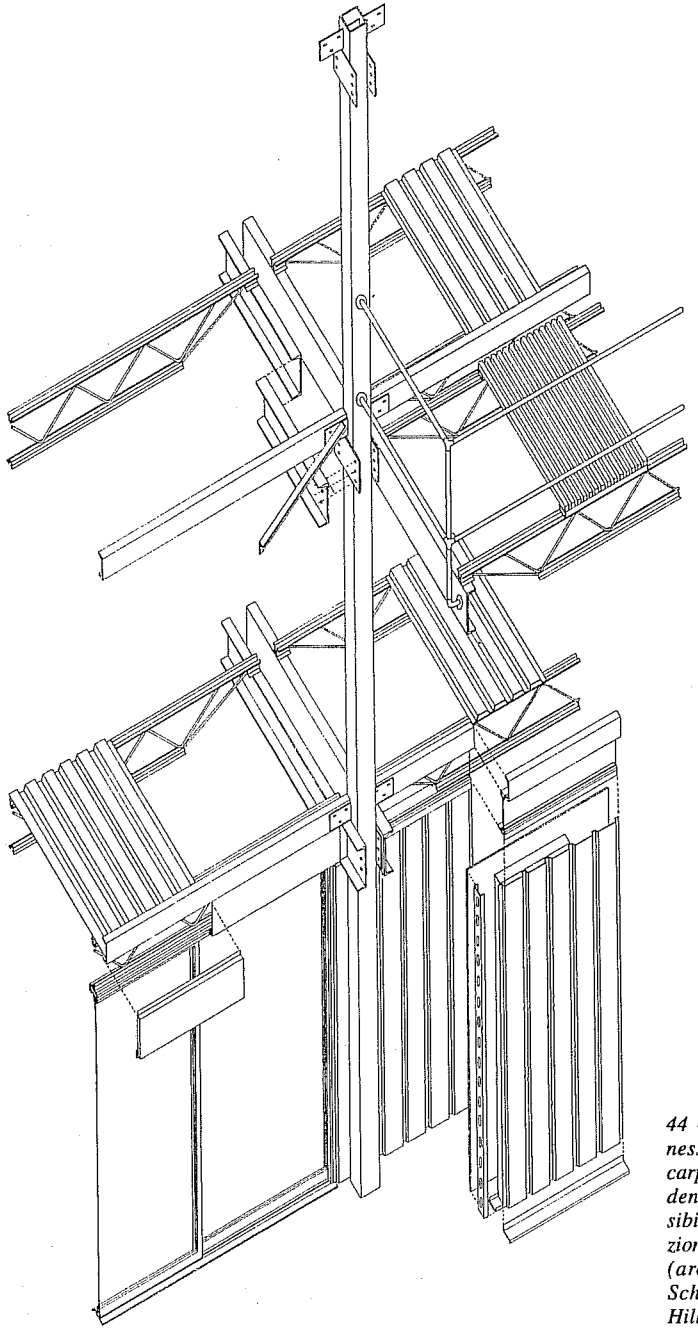


42 - Habitat nomadico, smontabile e trasportabile: la yurta mongola.

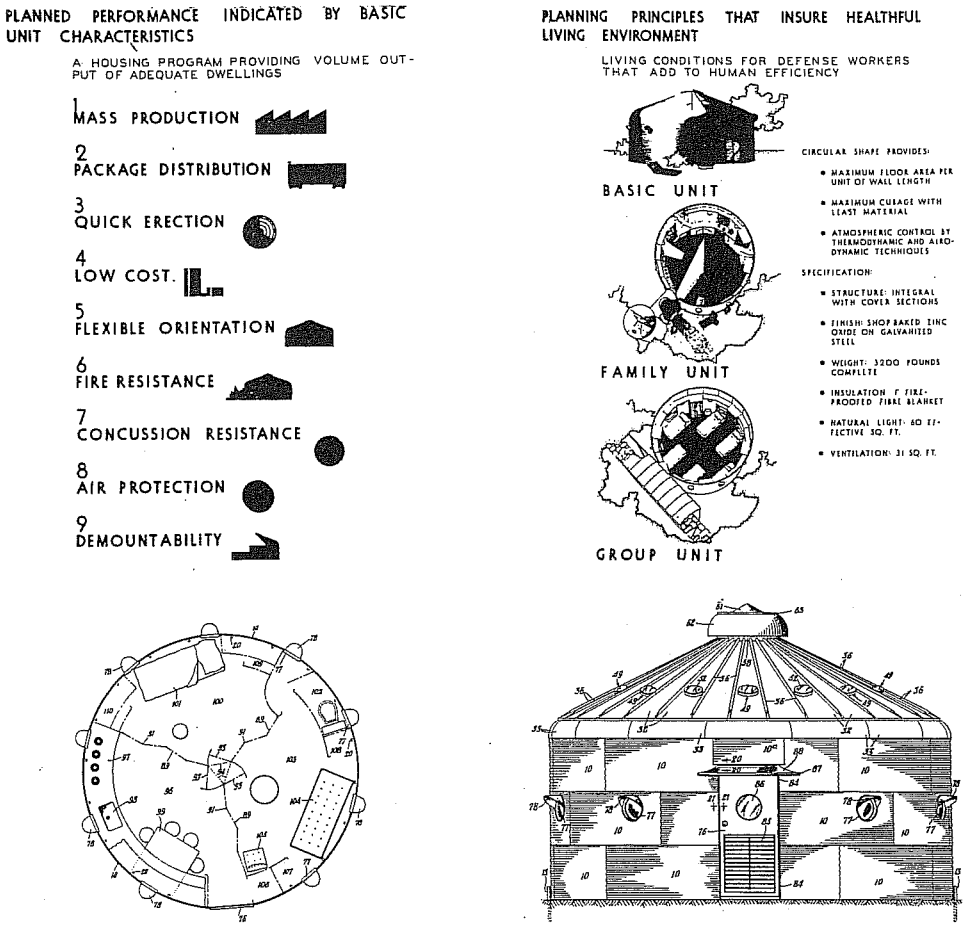




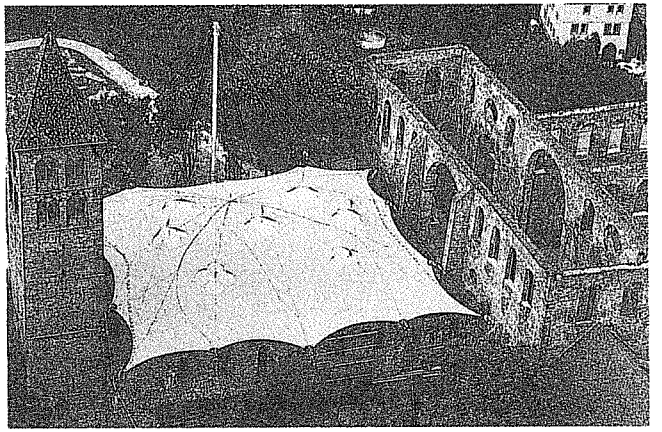
43 - Nella torre Nakagin a Tokyo l'architettura stessa può essere modificata mediante la sostituzione o rimozione delle capsule abitative prefabbricate e montate a secco sulla struttura centrale in c. a. (arch. Kisho Kurokawa).



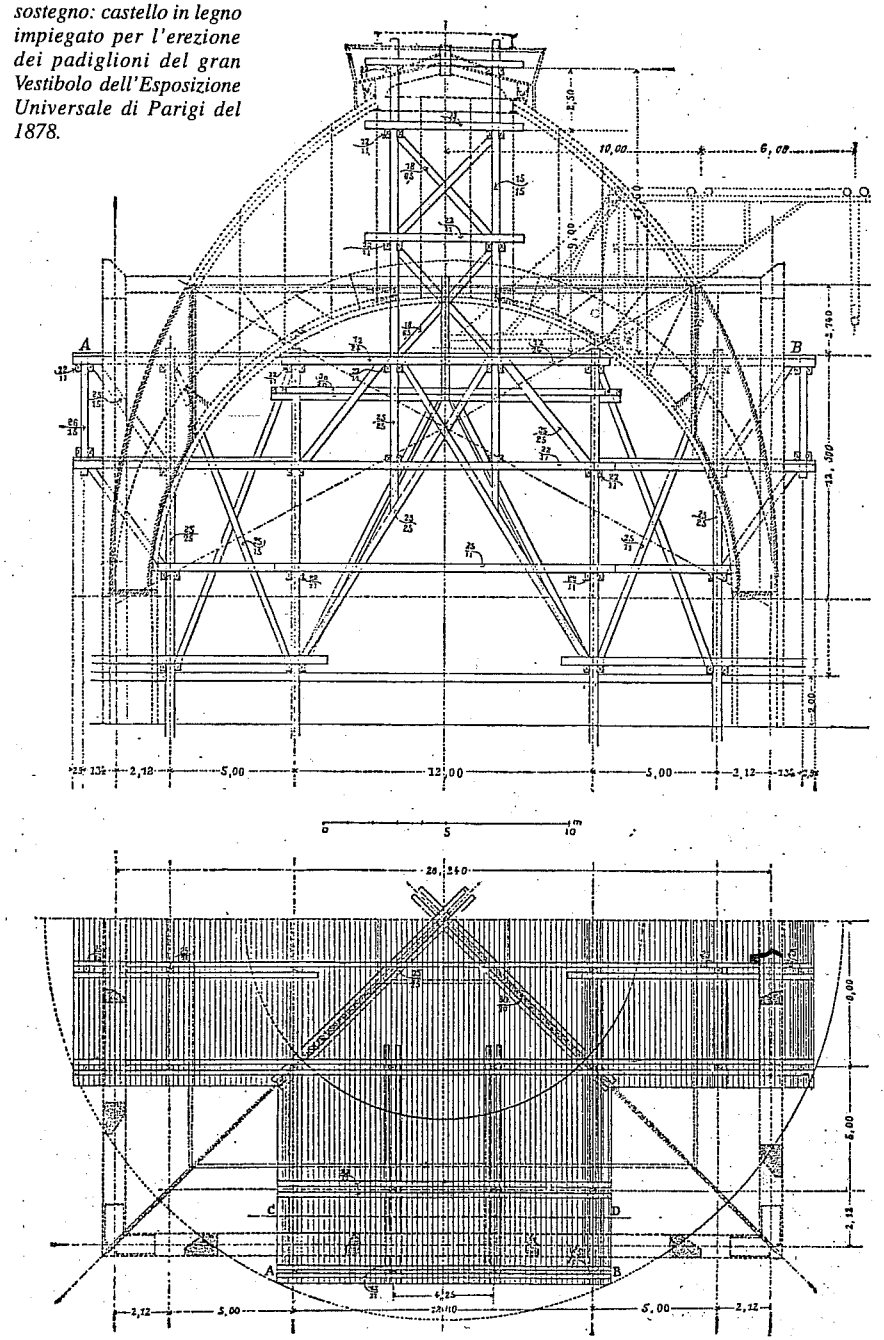
44 - Le tipologie di connessioni e di giunti nella carpenteria metallica evidenziano la totale reversibilità di tutte le operazioni costruttive.
(arch. Helmut Schulitz, Schulitz House, Beverly Hills, California, 1976).



45 - La ricerca di Richard Buckminster Fuller sul tema della "scatola di montaggio" si articola su molteplici prestazioni, tra cui la smontabilità.
(Dymaxion Development Unit, 1940-41).



46 - Copertura tensile retrattile per teatro all'aperto tra i ruderi della collegiata di Bad Hersfeld, Germania (arch. Frei Otto, 1968).



47 - Andito di servizio e di sostegno: castello in legno impiegato per l'erezione dei padiglioni del gran Vestibolo dell'Esposizione Universale di Parigi del 1878.

Glossario

Affidabilità - Durabilità

L'affidabilità indica la capacità, per un oggetto, un pezzo meccanico, un elemento o parte di una costruzione, di assolvere, durante un periodo di tempo prestabilito ed in presenza di determinate condizioni ambientali, alla funzione per la quale è stato progettato e realizzato, ossia a mantenere invariate le proprie prestazioni in specifiche condizioni di esercizio.

Tale accezione si accosta al concetto di durabilità, che ne rappresenta una estensione, essendo riferita non solo all'aspetto funzionale ma anche a quello fisico e morfologico. Essa, infatti, si identifica con l'attitudine di un elemento a conservare la propria integrità resistendo, entro un arco di tempo definito, al degrado e all'invecchiamento, ovvero ad un processo irreversibile di deterioramento.

Più specificamente, la durabilità di un componente edilizio corrisponde alla tendenza a mantenere inalterate le proprie caratteristiche in assenza di interventi manutentivi. (*P. A.*)

Appropriato - Appropriatezza

L'appropriatezza nel campo degli studi tecnologici ha storicamente rappresentato quel settore di ricerca che si occupava dei modi di produzione nelle zone ad economia debole, proponendosi come vero e proprio slogan da opporre all'inevitabile colonialismo nel quale spesso sfociava il tentativo di esportazione, in paesi del terzo mondo delle tecnologie nate nell'occidente capitalistico. Queste ricerche, inserendosi nel filone costituito dagli studi sulle *tecnologie deboli* o *tecnologie intermedie*, sono state impostate sulla proposizione, per i paesi in via di sviluppo, di tecnologie produttive fondate sul principio del *labour intensive* da contrapporsi a quelle, tipiche dell'occidente, fondate sul principio del *capital*

intensive.

In questo studio il senso con il quale è utilizzato questo termine è quello più tradizionale di coerenza tra forma, funzione e tecnica esecutiva all'interno dell'organismo edilizio o delle sue parti costituenti. (*S. P.*)

Collegamento (vedi **Giunto**)

Compatibilità (vedi **Versatilità**)

Componente - Semicomponente

Il *componente* è un prodotto derivante da un processo di fabbricazione industriale, dotato di precise caratteristiche geometrico-dimensionali e di prestazioni prestabilite, che può essere assemblato senza alcuna modifica al suo aspetto originario.

In tema di tecnologie industriali per l'edilizia, con il termine *componente* si individua un elemento costruttivo intermedio tra il semilavorato ed il sistema o subsistema funzionale che contribuisce a determinare.

Il concetto di componente ha assunto comunque valenze diverse nell'ambito delle strategie di industrializzazione edilizia. Nei sistemi chiusi i componenti sono stati concepiti come parti della costruzione che, inglobando il maggior numero possibile di informazioni tecnologiche, erano destinati ad uno specifico programma realizzativo. I loro limiti dimensionali erano dettati esclusivamente da problemi di assemblaggio e di trasporto; infatti, produrre parti sempre più grandi e funzionalmente definite (l'esempio limite è rappresentato dalla cellula abitativa tridimensionale) contribuiva a ridurre il numero delle giunzioni ed i tempi della posa in opera.

Viceversa nell'industrializzazione per sistemi aperti si tendeva a considerare il componente come parte autonoma rispetto al contesto in cui andava ad inserirsi per favorire il maggior grado possibile di intercambiabilità e di relazione tra componenti provenienti da diverse produzioni; pertanto l'impiego di un determinato componente era limitato esclusivamente da norme di coordinazione modulare e di normazione dei giunti.

Nell'ultimo decennio, in una logica di progressivo "arretramento" dell'industria rispetto al momento della costruzione, si è andato diffondendo il concetto di *semicomponente* come elemento che, pur partecipando della natura del componente, non ne possiede la compiutezza e la complessità funzionale; la realizzazione dell'elemento costruttivo o della parte dell'edificio che il semicomponente contribuisce a determinare avviene solo al termine dell'assemblaggio di "n" elementi aventi uguali caratteristiche.

Il semicomponente si può definire, quindi, come un elemento costruttivo di piccole dimensioni, facile da assemblare, povero di forti valenze espressive proprie che, incorporando quote consistenti di attività che nell'edilizia tradizionale si svolgevano in cantiere, consente, operativamente, di non rinunciare ai vantaggi offerti da alcune tecniche proprie dell'edilizia industrializzata ed al tempo stesso di poter essere assemblato anche con materiali e tecniche di tipo artigianale. (*M. P.*)

Componenting - Progettazione a catalogo

Col termine componenting si individua quella strategia produttiva e progettuale, maturata tra gli anni '60 e '70, che si basava su un libero mercato di componenti edilizi di diversa provenienza produttiva e progettuale. Procedimenti di coordinazione dimensionale e di normazione delle giunzioni condivisi da ampi settori produttivi rendevano tali componenti correlabili e compatibili tra loro, consentendone ampie possibilità di impiego.

Il componenting, puntando al superamento della progettazione per modelli e per programmi che aveva caratterizzato la fase dell'industrializzazione per sistemi chiusi, ha perseguito la possibilità limite di una progettazione basata su prodotti disponibili "a catalogo" senza alcun condizionamento legato all'impiego di determinate tipologie edilizie. (*M. P.*)

Continuo - Continuità

Un ente, una grandezza, un fenomeno o un oggetto che non è interrotto nel tempo e nello spazio e non è composto di elementi distinti o che possano essere percepiti come distinti. Il concetto di continuo è legato all'assenza di interruzioni, di fratture, di salti, di aggregazioni di elementi distinti e serve a denotare un ente o un corpo compatto e composto in modo unitario. Nella costruzione edilizia, la continuità è l'obiettivo dei processi tecnici di aggregazione di elementi o componenti. Per antonomasia, la continuità è infatti la caratteristica dell'apparecchio murario tradizionale, in cui i singoli conci lapidei si fondono in un'omogenea unità costruttiva e funzionale, che lascia prevalere nettamente i pieni sui vuoti (discontinuità). (*A. V.*)

Costruire

Comporre o disporre secondo un ordine empirico o logico, mediante l'unio-

ne o il collegamento sistematico, una serie di elementi a ciò predisposti, per l'ottenimento di un fine predeterminato. L'operazione di costruire può essere solo mentale: in tal caso gli elementi sono enti, concetti, parole, che strutturano organizzazioni, pensieri, linguaggi. In genere però il termine viene associato ad un forte senso di concretezza fisica che lo identifica principalmente con l'edificazione ed il suo bagaglio tecnico.

Costruire in architettura è operazione motivata dal divenire delle esigenze umane (tra cui eccelle l'abitare) e fonda la sua appartenenza ai differenti ambiti culturali sulla specificità delle tecniche impiegate, che sono il frutto di abilità ed esperienza acquisita collettivamente nel tempo. Dalla rivoluzione industriale, l'azione del costruire è divenuta sempre più marcatamente un'operazione metodologicamente coerente con concetti matematici, conoscenze scientifiche e procedimenti di fabbrica che le consentono, senza farle perdere la sua primitiva essenza, di fornire soluzioni determinabili e quantificabili ai problemi dell'abitabilità dello spazio. L'azione del costruire determina, in architettura, il passaggio dal progetto alla realizzazione e comporta, prima ancora della scelta dei mezzi tecnici adeguati, l'adozione di procedure atte alla trasformazione di volontà, grafici, previsioni, in attività operative, volumi, costi, tempi e metodi esecutivi. (*A. V.*)

Degrado - Obsolescenza

Il degrado indica il progressivo deterioramento dell'integrità e della efficienza di un oggetto, determinandone la perdita graduale delle caratteristiche proprie e, dunque, la conseguente riduzione della capacità dello stesso di rispondere alle esigenze per le quali è stato creato.

Si distingue dal concetto di degrado quello di obsolescenza, termine che deriva dal latino *obsolescere*, andare in desuetudine, in quanto definisce una diminuzione del livello di validità di un oggetto in relazione all'uso, alle proprietà funzionali e indipendentemente dalle sue caratteristiche fisiche.

In economia, infatti, l'obsolescenza definisce più specificamente la perdita di valore ed efficienza di un bene, a causa dell'immissione sul mercato di un analogo bene tecnicamente perfezionato e dunque più competitivo.

Pertanto in edilizia si può, ad esempio, considerare obsoleto quel componente la cui utilizzazione risulta essere meno conveniente rispetto ad analoghi componenti di nuova produzione in grado di fornire livelli prestazionali più elevati ed economicamente validi. (*P. A.*)

De-standardizzazione (vedi **Standardizzazione**)

Dettaglio

Indica nella lingua italiana una circostanza minuta ma non sempre trascurabile. In campo architettonico, invece, il termine dettaglio definisce un "particolare" appartenente ad una totalità architettonica; esso è il risultato di un'operazione progettuale che prevede lo studio sistematico e puntuale di quei nodi significativi di un progetto che, non partecipando delle consuetudini e delle pratiche del costruire, richiedono specifici chiarimenti per essere realizzati in ordine alle qualità, agli strumenti, alle tecniche ed ai materiali. (*M. P.*)

Durabilità (vedi **Affidabilità**)

Giunto - Collegamento

Nel campo dell'industria meccanica il termine *giunto* indica quella specifica parte del meccanismo preposta al collegamento tra due o più elementi, dei quali consente la continuità funzionale.

Il termine giunto è stato adottato, nell'ambito delle strategie industriali per l'edilizia, per indicare il luogo dei punti nel quale due o più elementi strutturali si uniscono allo scopo di assicurare la continuità delle parti e, di conseguenza, la trasmissione degli sforzi tra di esse. I giunti possono essere classificati secondo parametri geometrico-formali (aperti-chiusi), in base alla posizione rispetto agli elementi da connettere (esterni-interni, verticali-orizzontali), in relazione al tipo di elemento da connettere (lineare, superficiale, spaziale), in funzione degli sforzi da trasmettere (fissi-mobili).

Il termine collegamento, sinonimo di giunzione, indica l'operazione di unione di elementi tramite un giunto, secondo determinati rapporti di posizione e di funzionamento.

I collegamenti riguardano punti, linee e superfici di *giunzione*; essi possono essere realizzati o aggiungendo elementi autonomi rispetto alle parti da collegare oppure conformando opportunamente le parti terminali del componente da assemblare. I collegamenti si definiscono *a umido* se nelle operazioni di giunzione si fa ricorso a tecniche esecutive basate sull'uso di malte cementizie o di qualsiasi conglomerato a base di acqua, e *a secco* se si utilizzano tecniche esecutive industriali, basate sull'impiego di collanti chimici, bullonature o saldature. (*M. P.*)

Industriale - Post-industriale

Il termine industriale, da sempre utilizzato per designare un modo di organizzare la produzione di beni, ha acquisito progressivamente nuovi significati investendo molti settori del sapere e dell'operatività umana fino ad informare di sé la struttura stessa delle società occidentali.

In un momento di complessivo ridisegno delle strategie industriali, caratterizzato dalla diffusione di procedimenti automatici di gestione delle catene produttive, si va affermando il concetto di post-industriale. Quest'ultimo non comporta un completo accantonamento delle logiche precedenti a vantaggio di modelli alternativi ma implica il superamento di due connotati fondamentali della produzione industriale: serialità e standardizzazione del prodotto. Le logiche produttive in epoca post-industriale non superano quindi l'operatività industriale tradizionalmente intesa, ma si propongono come base sulla quale impostare una nuova "visione del mondo". «Oggigiorno la crisi della società in cui viviamo (che può definirsi *società senza centro*)... fa risaltare una nuova dimensione categoriale: la categoria delle differenze o delle alterità, categoria che, mentre privilegia, sul piano sociale, il privato rispetto al collettivo, favorisce, su quello filosofico-scientifico, il singolare rispetto all'universale e, su quello tecnologico l'unico rispetto al molteplice». (Giuseppe Ciribini, *Industria e progetto, domani*, in Virginia Gangemi e Patrizia Ranzo (a cura di), *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987, p.89). (*A. F.*)

Innovazione (vedi **Invenzione**)

Intercambiabilità

Indica la possibilità di un elemento di poter essere sostituito con un altro di cui prende il posto. Questo concetto si lega generalmente ad un insieme di caratteristiche che determinano i limiti di compatibilità di un oggetto.

Nell'attuale condizione produttiva questo limite assume una particolare connotazione che si lega al carattere proprio di alcuni nuovi sistemi di lavorazione. Questi sono basati su un tipo di processo che possiamo definire *aperto*.

La sua caratteristica principale è infatti quella di essere composto da due fasi essenziali: la prima interessa l'organizzazione del sistema di base che, alla stregua di un codice genetico, fissa i caratteri comuni a tutti gli oggetti che il sistema sarà in grado di produrre. La seconda invece rende possibile alcune modificazioni dell'oggetto che può essere così personalizzato o reso compatibile con una gamma di prodotti diversi. (*A. F.*)

Invenzione - Innovazione

Nell'ambito del costruire la principale differenza tra invenzione ed innovazione consiste nel carattere prettamente individuale della prima e in quello collettivo della seconda. Realizzare un nuovo elemento costruttivo o modificare una tecnica esecutiva costituiscono procedimenti inventivi; quando questi vengono accolti a livello collettivo e quindi entrano a far parte delle pratiche costruttive si possono considerare innovazioni. La differenza tra l'invenzione tecnica in architettura e quella in altri settori consiste nel fatto che la prima, quando non riesce ad entrare nel novero delle innovazioni costruttive, può comunque trovare un suo livello di legittimazione nel concorrere alla realizzazione di un particolare edificio e recuperare così un certo grado di utilità a livello collettivo. (*S. P.*)

Iterazione

In questa trattazione il termine è inteso come l'avvicinarsi ad un risultato finale tramite una serie di progressive approssimazioni; iterazione si distingue da ottimizzazione per la mancanza di un obiettivo chiaramente prefigurato. Nel primo termine infatti è esaltato l'aspetto relativo al risultato atteso, nel secondo invece è messo in risalto proprio l'aspetto processuale, dinamico, dell'approssimazione all'esito finale.

Per esempio la formazione degli ordini classici può essere considerata un processo iterativo, cioè un convergere verso la formazione di un insieme di regole attraverso una lunga evoluzione articolata su leggere modificazioni dell'ipotesi iniziale. (*S. P.*)

Meccanizzazione

Riguarda la sostituzione dell'energia muscolare con quella prodotta dalla macchina; essa ha consentito l'automazione del processo produttivo, ponendosi come condizione necessaria (se pure non sufficiente) per l'affermazione dei metodi di produzione industriali e inducendo quindi profonde modificazioni sull'economia, sulle dinamiche sociali e sull'organizzazione e qualità del lavoro.

L'attuale sviluppo delle tecnologie informatiche sta generando un cambiamento ugualmente rilevante; infatti oggi la meccanizzazione investe la fase della gestione del comando che aziona la macchina utensile, consentendo così una maggiore versatilità della produzione e quindi il superamento della grande serie. (*A. F.*)

Obsolescenza (vedi **Degrado**)

Oggettività

Il termine, utilizzato in ambito storico critico dove è mutuato dal tedesco *Sachlichkeit*, indica una delle principali invarianti dell'architettura cosiddetta razionalista e in particolare quella prerogativa che, come notava Argan «è... corrispondenza esatta e calcolata della cosa alla funzione, della forma all'uso» (in *Walter Gropius e la Bauhaus*, Einaudi, Torino, 1951, p.37). (*S. P.*)

Ottimizzazione

Frutto di un percorso logico e/o operativo che, basandosi su dati di partenza oggettivi e noti, consente di portare a risultati che possono considerarsi i migliori possibili in relazione al raggiungimento di un obiettivo prefissato e chiaramente individuato. Pur provenendo dal mondo della speculazione teorica e della ricerca operativa e matematica, il processo di ottimizzazione ha assunto un ruolo importante nella produzione industriale, in relazione alle necessità dei suoi procedimenti costruttivi. Come negli altri campi della produzione, nel processo edilizio l'ottimizzazione costituisce l'esito di una complessa procedura, basata su modalità tecniche precise che tendono alla perfezionabilità di un organismo funzionale, di un sistema o componente o materiale edilizio, in rapporto al raggiungimento di un optimum ripetibile sotto forma rispettivamente di *tipo* o di *modello* o *standard*. (*A. V.*)

Post-industriale (vedi **Industriale**)

Prefabbricazione leggera

E' un tipo di prefabbricazione che, attraverso l'uso di materiali che possono essere prodotti in spessori molto ridotti e ricondotti a profilati, lastre, lamiere o pannelli, punta a contenere, entro limiti relativamente bassi, il peso delle parti e, di conseguenza, dell'insieme che contribuisce a realizzare.

La prefabbricazione leggera, inoltre, basandosi prevalentemente su *collegamenti a secco*, consente di realizzare strutture *reversibili* per le quali è possibile prevedere la smontabilità ed il recupero quasi integrale delle parti componenti da utilizzare per altre configurazioni spaziali o per altri usi. (*M. P.*)

Progettazione a catalogo (vedi **Componenting**)

Recupero

Il significato più comune del termine è legato all'operazione di trarre un bene in salvo, in genere da una condizione di pericolo, escludendolo così dalla distruzione o dalla perdita. Per traslato, il recupero consiste nella riacquisizione di una condizione, in genere fisica, precedentemente posseduta e poi logorata o perduta; in tal senso il suo significato è legato prevalentemente al campo medico. Il termine è frequentemente utilizzato in edilizia e consiste nelle procedure progettuali e tecnico-attuative da applicare al manufatto divenuto oggetto di processi di degrado o de-funzionalizzazione, che lo hanno reso non più utilizzabile o sottoutilizzato, e che permettono di renderlo nuovamente utilizzabile del tutto o in parte, con l'apporto di migliorìe (consolidamento, adeguamento costruttivo, miglioramento impiantistico, ecc.), consentendo di reinserirlo così in una condizione normale di uso o funzionamento. (*A. V.*)

Riciclaggio

Operazione o serie di operazioni tecniche tendenti a riportare nel ciclo di produzione, di lavorazione o di consumo una parte o la totalità di materia prima contenuta in un manufatto, che è stata del tutto o solo parzialmente trasformata, in modo da ricondurla ad una condizione e ad un livello di trasformazione pressoché simili a quelli originari. Il mondo industriale ha affrontato la problematica dopo un lungo e sofferto periodo di approccio, a seguito della progressiva rarefazione di molte materie prime, ma soprattutto per le pressioni del mondo della ricerca e la crescita della coscienza ambientale, che hanno posto il problema del dissennato spreco di preziose risorse nei rifiuti urbani e industriali ed hanno indicato a modello di uso delle risorse la perfetta ciclicità dei processi biologici naturali.

Nelle procedure di trasformazione, in genere i materiali si degradano, costringendo la produzione ad individuarne riutilizzazioni di qualità inferiore. Compito e scopo delle ricerche in atto nel settore è l'innalzamento della qualità dei prodotti nel processo di riciclaggio, che consenta di avvicinarli progressivamente alle condizioni qualitative originarie. (*A. V.*)

Riparabilità - Sostituibilità

La riparabilità indica la possibilità di ripristinare l'integrità e la funzionalità

di un sistema o di parte di esso. Una macchina è riparabile quando è possibile riparare o sostituire la parte di essa danneggiata. Per un edificio, e dunque per un sistema, subsistema o componente, la riparabilità indica la capacità di essere riparato, vale a dire di essere sottoposto ad interventi di manutenzione che consentono di riportare l'oggetto edilizio alle sue condizioni originarie.

Lo sviluppo dell'industrializzazione e la nascita di un modello sociale di tipo consumistico opposero al concetto di riparabilità quello di sostituibilità. Oggi, in un contesto culturale segnato dal superamento dell'idea di ricambio, riemerge la volontà di riparare gli oggetti d'uso. L'evoluzione della produzione industriale, sempre più sofisticata, rende possibile la realizzazione di oggetti riparabili, ovvero parti di un edificio possono essere smontate, riparate e rimontate senza inficiare il funzionamento dell'intero sistema edilizio e alterare i mutui rapporti tra le parti contigue. (*P. A.*)

Riproducibilità

L'attitudine di qualcosa (un organismo vivente, un fenomeno, un oggetto, un'immagine) ad essere prodotta di nuovo, cioè ripetuta in modo più o meno esatto a sua somiglianza, sia mediante una rigenerazione fisica che ricorrendo a strumenti tecnici (per esempio la fotografia). La riproducibilità è subordinata, nel primo caso, ad un codice genetico che garantisce la ripetizione dei caratteri originari; ad esso si può associare il concetto di "risorsa", che esprime l'idea di qualcosa che si riforma, si riproduce uguale a se stesso e racchiude il concetto di continuità nella trasmissione dei propri caratteri (per esempio, il legno come materiale da costruzione). Nel secondo caso, l'intenzionalità progettuale di riproduzione si serve di opportune tecniche manuali o industriali, che operano a seguito dell'individuazione di un modello di riferimento (*standard*) da utilizzare nella ripetizione, che presenta caratteristiche di variabilità e aleatorietà (oggetto artigianale) oppure di assoluta ed esatta corrispondenza (produzione seriale industriale).

Nel campo della comunicazione del pensiero, se già la stampa tipografica aveva consentito nel passato la riproduzione e la conseguente diffusione del pensiero e dell'arte, è l'età industriale che fornisce gli strumenti più appropriati a tal fine, non solo estendendo la riproducibilità a tutte le manifestazioni dell'arte e del pensiero, ma anche aiutando la diffusione su scala planetaria dell'informazione e giungendo a mettere in discussione l'unicità dell'opera d'arte (Walter Benjamin). (*A. V.*)

Semicomponente (vedi **Componente**)

Sperimentazione

Indica quella modalità operativa che consiste in un processo di indagini e di ricerche fondato sull'esperienza e teso ad acquisire esperienza.

In campo progettuale la sperimentazione individua un atteggiamento mentale caratterizzato dalla volontà di progettare non solo in base a soluzioni conformi, così come vengono prospettate dalla manualistica, ma anche mediante ipotesi da verificare sperimentalmente. Tale atteggiamento si sostanzia nella ricerca di soluzioni innovative, basata sull'individuazione dei metodi e degli strumenti atti a verificare i contenuti e la realizzabilità del dato inventivo di partenza. (*M. P.*)

Sostituibilità (vedi **Riparabilità**)

Standardizzazione - De-standardizzazione

La standardizzazione è un'azione attraverso la quale un oggetto può essere riprodotto un numero infinito di volte, ed alle differenti scale di rappresentazione, senza che siano alterate le sue caratteristiche fisiche e di qualità. Lo standard, di conseguenza, rappresenta il modello atto a garantire tale condizione.

Il concetto di standard, e con esso l'idea di standardizzazione, ci riportano senz'altro al concetto di qualità del prodotto. Infatti, il riferimento ad un modello nasce, oltre che dalla necessità di ripetizione dell'oggetto e di razionalizzazione delle operazioni, anche dall'esigenza che questo conservi la possibilità di essere utilizzato in differenti modi senza che vengano stravolte le caratteristiche fisiche, tecniche, funzionali ed esigenziali stabilite a monte in base ad opportune norme. Questa osservazione allontana il concetto di standardizzazione dall'idea mortificante di azione necessaria alla riproduzione quantitativa di un oggetto, così come molti erroneamente interpretano, conferendogli il giusto significato di azione necessaria a garantire soprattutto le sue caratteristiche di qualità.

E' utile ricordare che questi concetti, nei termini generali, non fanno necessariamente riferimento ad un contesto industriale. Difatti l'idea di standard, che si collega inscindibilmente a quella di industrializzazione, è altresì un concetto antico che trova riferimento in molte architetture del passato e ben lontane dai meccanismi della produzione di massa.

Oggi è possibile fare riferimento ad un concetto nuovo che è quello di destandardizzazione e che deriva direttamente dalle logiche e dai processi organizzativi propri dell'odierna produzione industriale. Questo nuovo termine, che al primo impatto sembrerebbe negare i presupposti su cui fino ad oggi si è basata la produzione di serie, in realtà intende soprattutto esprimere una nuova strategia

operativa. In tal senso il suo significato si lega alla volontà di opporre al modello rigido e rigoroso su cui si basano i principi della produzione classica, un concetto nuovo di flessibilità produttiva che si fonda sulla possibilità di ottenere una diversificazione del prodotto senza peraltro che questa modificazione comporti stravolgimenti del ciclo organizzativo.

Di conseguenza lo standard, nella nuova accezione, non è più un ente fisico definito, ma può essere assimilato all'idea di uno "schema operativo" caratterizzato da un sistema informativo in grado di modificarsi al variare delle condizioni che lo governano, garantendo la possibilità di produrre oggetti in piccola serie, con caratteristiche differenti l'uno dall'altro, o di spingere al limite la produzione fino alla realizzazione del pezzo unico. (*A. F.*)

Tipologia costruttiva

Il concetto di tipologia costruttiva, che non si discosta sostanzialmente da quello di tipologia edilizia, rappresenta un apparato di norme e pratiche costruttive costituenti il "massimo comun divisore" tra una serie di elementi tecnici o parti di costruzione utilizzati per la realizzazione di una certa quantità di edifici diversi. La tipologia costruttiva ha il senso duplice di strumentazione utilizzabile tanto per l'interpretazione dei modi di costruire quanto come supporto alle attività progettuali, quindi sia come metodo di analisi che come procedimento operativo. In prima istanza essa è da ritenersi come il frutto di un processo storico avvenuto in un determinato luogo ed in un determinato tempo, patrimonio quindi di una certa comunità con il suo particolare sapere tecnico e le sue risorse ma in seconda battuta anche come schema di riferimento astratto costruito sul confronto di esperienze lontane nello spazio e nel tempo. (*S. P.*)

Trasferimento tecnologico

Il trasferimento tecnologico consiste nell'introduzione di nuove tecnologie, messe a punto nell'ambito di uno specifico settore di ricerca, in ambiti, di ricerca e produttivi, più o meno contigui a quello nel quale le innovazioni tecnologiche sono state verificate.

Nell'ambito specifico del costruire il trasferimento tecnologico individua una modalità operativa, avente caratteristiche combinatorie e sperimentali, basata sul trasferimento di conoscenze, materiali, prodotti e processi innovativi da settori industriali, cosiddetti a tecnologia avanzata, al settore delle costruzioni. (*M. P.*)

Versatilità - Compatibilità (del costruire)

La flessibilità del costruire è riferibile a due aspetti fondamentali: la versatilità e la compatibilità. La prima delle due attribuzioni garantisce al costruire un buon livello di universalità rispetto alla diversità delle esigenze e quindi concerne tutto ciò che di esterno influisce sulle scelte costruttive mentre la seconda riguarda più specificamente il livello di intercambiabilità tra le parti o tra gli elementi tecnici; se un modo di realizzare una chiusura esterna, ad esempio, è compatibile con più tipi di infissi essa sarà componente di un modo di costruire più flessibile. Questo meccanismo riguarda le regole interne al costruire. (*S. P.*)

Versatilità (della produzione)

Indica l'attitudine di un sistema produttivo ad adeguarsi a situazioni diverse attraverso operazioni sul ciclo di produzione che non comportino modificazioni sostanziali delle sue condizioni organizzative.

Questo concetto si contrappone a quello di automazione che caratterizza ancora buona parte degli odierni sistemi produttivi. Automazione è, in genere, «elemento che produce rigidità rispetto alla potenziale versatilità del lavoro umano. Il recupero di versatilità in ambiente automatizzato è un costo aggiuntivo che va pagato per incorporare nel sistema delle macchine un grado maggiore di intelligenza, rendendolo così capace di gestire situazioni non ripetitive». (Giuseppe Ciribini, *Industria e progetto, domani*, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo (a cura di), *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987, pag. 90). (*A. F.*)

Bibliografia

Adattabilità

Giulio Carlo Argan,
L'arte moderna. 1770-1970, Sansoni, Firenze, 1970.
Marisa Bertoldini, Monica Zapelli, a cura di,
Atti tecnici e cultura materiale, Città Studi, Milano, 1992.
Andrea Campioli,
Il contesto del progetto, Angeli, Milano, 1993.
Giancarlo Caniggia,
Saverio Muratori. La didattica e il pensiero, in Aa. Vv., *Lezioni di progettazione*, Electa, Milano, 1988.
Renato De Fusco,
Storia del design, Laterza, Bari, 1985.
Vittorio Gregotti,
«Modificazione», *Casabella* , n. 498-99, 1984.
Anna Mangiarotti,
Gli elementi tecnici del progetto, Angeli, Milano, 1989.
Eugenio Mazzarella,
Storicità, tecnica e architettura, in Virginia Gangemi, a cura di, *Cultura e impegno progettuale*, Angeli, Milano, 1992.
Guido Nardi,
Le nuove radici antiche, Angeli, Milano, 1986.
Guido Nardi,
«Il progetto tra archetipo e invenzione», *Sinopie*, n. 2, 1990.
Guido Nardi, Andrea Campioli, Anna Mangiarotti,
Frammenti di coscienza tecnica, Angeli, Milano, 1991.
Ernesto Nathan Rogers,
Esperienza dell'architettura, Einaudi, Torino, 1958.

Carlo Truppi,
Tra costruzione e progetto, Angeli, Milano, 1991.
Carlo Truppi,
Continuità e mutamento, Angeli, Milano, 1994.
Gianni Vattimo, Pietro Derossi,
Progetto e legittimazione, edizione del Centro Culturale, Bra, 1985.
Gianni Vattimo,
La società trasparente, Garzanti, Milano, 1989.
Eduardo Vittoria,
Le "tecnologie devianti" per la progettazione ambientale, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.
Eduardo Vittoria,
Il design della scena urbana, in Egidio Mucci, a cura di, *Design 2000*, Angeli, Milano, 1994.

Assemblaggio

Aa. Vv.,
Blueprints for modern living, The Mit Press, Cambridge-London, 1989.
Aa. Vv.,
Eames Design, Thames and Hudson, London, 1989.
Aa. Vv.,
Frammenti di coscienza tecnica, Angeli, Milano, 1992.
Aa. Vv.
Architecture et industrie. Passé et avvenire d'un mariage de raison, Centre de Création Industrielle Georges Pompidou, Paris, 1983.
Giulio Carlo Argan,
L'arte moderna. 1770-1970, Sansoni, Firenze, 1970.
Giulio Carlo Argan,
Progetto e destino, Il Saggiatore, Milano, 1965.
Ezio Bonfanti,
«Emblematica della tecnica», *Edilizia moderna*, n. 86, 1965.
Andrea Campioli,
Il contesto del progetto, Angeli, Milano, 1993.
Raffaella Crespi,
Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura, Angeli, Milano, 1979.
Gillo Dorfles,
Introduzione al disegno industriale, Einaudi, Torino, 1972.
Gillo Dorfles,
«Per un approccio estetico al design dei componenti», *Prefabbricare*, n. 6, 1968.

Enzo Frateili,
Una autodisciplina per l'architettura, Dedalo, Bari, 1973.
Enzo Frateili,
«Verso una teoria delle connessioni in edilizia», *Prefabbricare*, n. 9/10, 1967.
Vittorio Gregotti,
Dentro l'architettura, Boeringhieri, Torino, 1991.
Marcello Grisotti,
Voce *Architettura Tecnica-Industrializzazione edilizia e prefabbricazione*, in *Enciclopedia dell'Ingegneria*, Isedi, Milano, 1973.
Jurgen Habermas,
Teoria e prassi nella società tecnologica (1969), tr. it. Einaudi, Bari, 1969.
Claude Levi-Strauss,
Il pensiero selvaggio (1962), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1964.
Eduard Lucie-Smith,
Dizionario dei termini d'arte, Muzzio, Padova, 1988.
Tomas Maldonado, a cura di,
Tecnica e cultura, Feltrinelli, Milano, 1979.
Guido Nardi,
Le nuove radici antiche, Angeli, Milano, 1987.
Guido Nardi,
Progettazione architettonica per sistemi e componenti, Angeli, Milano, 1976.
Guido Nardi,
Tecnologia dell'architettura e industrializzazione edilizia, Angeli, Milano, 1982.
Francesca Negri Arnoldi,
Tecnica e scienza, in *Storia dell'Arte Italiana*, vol. IV, Einaudi, Torino, 1980.
Voce *Disegno/Progetto*, in *Enciclopedia*, Einaudi, Torino, 1978.
Eduardo Vittoria,
Le regole del gioco, in Cosimo Carlo Buccolieri, a cura di, *L'officina dell'architetto,* Ente Fiera, Bologna, 1985.
Konrad Wachsmann,
Una svolta nelle costruzioni (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960.
Mario Zaffagnini, a cura di,
Progettare nel processo edilizio, Parma ed., Bologna, 1981..

Diversificazione

Aa. Vv.,
L'architettura e la complessità del costruire, Clup, Milano, 1985.
Gianluca Bocchi,
La varietà nei processi evolutivi, in Maria Bottero (a cura di), *Spazio e cono-*

scenza nella costruzione dell'ambiente, Angeli, Milano, 1991.
Giuseppe Ciribini,
Industria e progetto, domani, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.
Maurizio Costantini, Lorenzo Secco,
Avanzamenti nell'industria e realtà produttive, in Giuseppe Ciribini, a cura di, *Tecnologie della costruzione*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1992.
Romano Del Nord,
Il ruolo della tecnologia e della normativa tecnica nel processo di progettazione e di edificazione, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo,a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.
Gillo Dorfles,
Introduzione al disegno industriale. Linguaggio e storia della produzione di serie, Einaudi, Torino, 1972.
Giacomo Elias,
Uni 1921-1991. Settant'anni al servizio dell'Azienda Italia, Hoepli, Milano, 1991.
Enzo Frateili,
Il rapporto progetto/industria e la terza rivoluzione tecnologica, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.
Sigfried Giedion,
L'era della meccanizzazione (1948), tr. it. Feltrinelli, Milano, 1967.
Le Corbusier,
Verso un'architettura (1923), tr. it. Longanesi, Milano, 1984.
Pietro Natale Maggi, Giuseppe Turchini, Ettore Zambelli,
Dall'industrializzazione dell'edilizia alla produzione industriale per l'edilizia, in *Edilizia, innovazione, crisi economica*, Ente Fiera, Bologna, 1982.
Ezio Manzini,
La materia dell'invenzione, Arcadia, Milano, 1986.
Ezio Manzini,
Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale, Domus Academy, Milano, 1990.
Guido Nardi,
Le nuove radici antiche, Angeli, Milano, 1987.
Guido Nardi,
Progettazione architettonica per sistemi e componenti, Angeli, Milano, 1976.
Eduardo Vittoria,
Le regole del gioco, in Aa. Vv., *L'officina dell'architetto*, Ente Fiera, Bologna, 1985.
Eduardo Vittoria,
Le "tecnologie devianti" per la progettazione ambientale, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.
Konrad Wachsmann,
Una svolta nelle costruzioni (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960.
Frank Lloyd Wright,
Standardizzazione, l'anima della macchina, in Frank Lloyd Wright, *Per la causa dell'architettura* (1928), tr. it. Gangemi, Roma, 1989.
Marco Zanuso,
La cultura del progetto: dal meccanicismo all'organicismo, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed., Bologna, 1987.

Flessibilità

Giulio Carlo Argan,
Prefazione, in Konrad Wachsmann, *Una svolta nelle costruzioni* (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960.
Andrea Campioli,
I presagi di un nuovo costruire, Angeli, Milano, 1988.
Daniel Chenut,
Ipotesi per un habitat contemporaneo (1968), tr. it. Mondadori, Milano, 1968.
Raffaella Crespi,
Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura, Angeli, Milano, 1979.
Renato De Fusco,
L'idea di Architettura, Etas Kompass, Milano, 1968.
Renato De Fusco,
Storia del design, Laterza, Bari, 1985.
Marcel Franciscono,
Walter Gropius e la creazione del Bauhaus, Officina, Roma, 1975.
Walter Gropius,
Architettura integrata (1955), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1963.
Le Corbusier,
Maniera di pensare l'urbanistica (1946), tr. it. Laterza, Bari, 1965.
Le Corbusier,
Verso un'architettura (1923), tr. it. Longanesi, Milano, 1984.
Tomas Maldonado,
Reale e virtuale, Feltrinelli, Milano, 1992.
Ezio Manzini,
Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale, Domus Academy, Milano, 1990.
Egidio Mucci, a cura di,

Design 2000, Angeli, Milano, 1994.
Guido Nardi,
Progettazione architettonica per sistemi e componenti, Angeli, Milano, 1979.
Guido Nardi,
Le nuove radici antiche, Angeli, Milano, 1986.

Manutenibilità

Aa. Vv.,
«L'affidabilità in edilizia», in *Bollettino del Dipartimento Dipe*, Università di Roma, marzo, 1988.
Antonio Andreucci, Romano del Nord, Paolo Felli, Roberto Di Giulio, «Progettare l'obsolescenza», *Modulo,* n. 141, 1988.
Cecilia Cecchini,
Strategie di manutenzione edilizia, Alinea, Firenze, 1989.
Giuseppe Ciribini,
«La manutenzione progettata: spunti per una ricerca», *Recuperare*, n. 36, 1988
Michele Di Sivo,
Il progetto di manutenzione, Alinea, Firenze, 1992.
A. S. Goldman, T. B. Slattery,
Manutenibilità (1964), tr. it. Isedi, Milano, 1973.
Gruppo Dioguardi, a cura di,
La manutenzione urbana, idee ed esperienze in Europa, Il Sole XXIV Ore, Milano, 1990.
Giovanni Klaus Koenig,
«Opere durevoli, opere effimere», *Modulo*, n. 145, 1988.
Enzo Legnante, Antonio Lauria,
L'architettura nei dettagli, Alinea, Firenze, 1988.
Vittorio Magnago Lampugnani,
«Ricambio o manutenzione?», *Domus*, n. 738, 1992.
Reginald Lee,
Manutenzione edilizia programmata (1976), tr. it. Hoepli, Milano, 1993.
Ezio Manzini,
Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale, Domus Academy, Milano, 1990.
Claudio Molinari, a cura di,
Manutenzione in edilizia, Angeli, Milano, 1989.
Maria Chiara Torricelli,
Normazione, Qualità, Processo Edilizio, Alinea, Firenze, 1990.

Eduardo Vittoria,
Le "tecnologie devianti" per la progettazione ambientale, in Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di, *Il governo del progetto*, Parma ed, Bologna, 1987.
Voce *Qualità*, in *Dizionario Enciclopedico Treccani*, vol. X, Istituto Poligrafico di Stato, Roma, 1970.

Reversibilità

Aa. Vv.,
Fare disfare, lo scenario del produttore riproduttore, Atti del convegno, Dipartimento Pppe, Politecnico di Milano, 1992.
Virginia Gangemi, Patrizia Ranzo, a cura di,
Il governo del progetto, Parma ed., Bologna, 1987.
Giampiero Donin, a cura di,
Renzo Piano, pezzo per pezzo, Casa del libro, Roma, 1982.
Roger Bastide, a cura di,
Usi e significati del termine struttura (1962), tr. it. Bompiani, Milano, 1966.
Giuseppe Ciribini,
Tecnologia e progetto, Celid, Torino, 1984.
Colin Davies,
High Tech Architecture, Thames and Hudson, London, 1988.
Francesco Guerra,
voce *Reversibile/irreversibile*, Enciclopedia, vol. II, Einaudi, Torino, 1980.
Kevin Lynch,
Deperire (1990), tr. it. Cuen, Napoli, 1993.
Konrad Wachsmann,
Una svolta nelle costruzioni (1959), tr. it. Il Saggiatore, Milano, 1960.

Fonti delle illustrazioni

1, 47 - Daniele Donghi, *Manuale dell'architetto*, Utet, Torino, 1925, vol. II, parte II, pp. 280 e 171.
2 - G. A. Breymann, *Trattato generale di Costruzioni civili*, Vallardi, Milano,1884, vol. IV.
3 - Foto dell'autore.
4 - Foto dell'autore.
5, 6 - Antonio Martinelli, «Teatro dell'Opera a Lione, di Jean Nouvel», *Domus*, n.752, 1993.
7 - Aa. Vv., *G. Braque, Les papiers collés*, Centre Georges Pompidou, 1982.
8 - Renato De Fusco, *Storia dell'arte contemporanea*, Laterza, Bari, 1983.
9 - S. Aurigemma, *Villa Adriana*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1984.
10 - Enzo Frateili, *Un'autodisciplina per l'architettura*, Dedalo Libri, Bari, 1973.
11 - Renato De Fusco, *Storia dell'architettura contemporanea*, Laterza, Bari, 1982.
12 - Disegno dell'autore.
13 - Aa.Vv., *Blueprints for modern living*, The Mit Press, Cambridge, 1989.
14 - Raffaella Crespi, *Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura*, Angeli, Milano, 1979.
15 - Guido Nardi, *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Angeli, Milano, 1977.
16 - Jean Prouvé, *Une architecture par l'industrie*, Les Editions d'architecture Artemis, Zurich, 1971.
17 - *Domus*, n. 713, 1990.
18 - *Techniques & Architecture*, n.372, 1987.
19, 20 - *Le scienze* , n. 193, 1984, pp. 115 e 112.

21 - *Le scienze*, n. 171, 1982, p.18.
22 - Siegfried Giedion, *L'era della meccanizzazione* (1948), tr. it. Feltrinelli, Milano, 1967, p. 60.
23, 24 - *Le scienze*, n. 175, 1983, pp. 96 e 104.
25, 27 - Willy Boesiger (a cura di), *Le Corbusier*, Zanichelli, Bologna, 1988, pp. 70 e 101.
26 - Francesco Tentori, Rosario De Simone, *Le Corbusier*, Laterza, Bari, 1987, p. 36.
28, 29 - Foto dell'autore.
30 - Roberto Gargiani, *Auguste Perret 1874-1954, Teoria e opere*, Electa, Milano, 1993.
31, 32 - Foto dell'autore.
33,34 - A.a. V.v., *Le Corbusier: enciclopedia*, (1987), Electa, Milano, 1988.
35 - Aa. Vv., *Manuale di autocostruzione con componenti industriali*, Levrotto e Bella, Torino, 1982 parte II, p. 30.
36 - Renzo Piano, Richard Rogers, *Du plateau Beaubourg au Centre Georges Pompidou*, Centre Georges Pompidou, Parigi, 1987, p. 115.
37, 38 - Daniel Chenut, *Ipotesi per un habitat contemporaneo*, Il Saggiatore, Milano, 1968, p. 57 e 115.
39 - Aurelio Cortesi, «Lo studio Albini & Helg e la questione della tecnologia negli anni '60», *Ottagono*, n. 37, 1975, pp. 58 e 59.
40 - Cesare De Seta, a cura di, *Napoli nel settecento*, Il Polifilo, Milano, 1977, tav. IV.
41 - Catalogo Sacie, edilizia per componenti.
42 - A.a. V.v., *Shelter*, Shelter publ., California, 1973, pp. 16 e 29.
43 - Vincenzo Manocchio, Lia Maria Papa, *Kisho Kurokawa, Il futuro della tradizione*, Fiorentino, Napoli, 1984, p. 78.
44 - Colin Davies, *High Tech Architecture*, Thames & Hudson, London, 1988, p. 142.
45 - Roberto Grimaldi, *R. B. Buckminster Fuller 1895-1983*, Officina, Roma, 1990, p. 40.
46 - Brochure Hoechst, 1993.

1330. *Ricerche di tecnologia dell'architettura*
Collana diretta da Raffaella Crespi e Guido Nardi

1. Claudio Molinari (a cura di), *Materiali didattici 1* (stampato a cura dell'Istituto di Tecnologia della Facoltà di Architettura)
2. Silvia Piardi, *Acquisizione di aree per la residenza popolare nei centri urbani*
3. Claudio Molinari (a cura di), *Processo di edificazione e struttura delle proprietà*
4. Guido Nardi, *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*
5. Renato Mannheimer, *Gli abitanti del degrado edilizio*
6. Anna Mangiarotti, Claudio Molinari, *Elementi per un progetto: la mobilità*
7. AA.VV., *Milano: S. Gottardo/Ticinese. Contributi didattici al recupero*
8. Raffaella Crespi, Giorgio Prevosti, *Elementi per un progetto: l'utenza e i servizi*
9. Giovanni Tortorici, *Handicap minorile: contributo ad una architettura scolastica*
10. Raffaella Crespi, *Quattro lezioni di tecnologia dell'architettura*
11. Guido Nardi, *Tecnologia dell'architettura e industrializzazione nell'edilizia*
12. Eugenio Gentili Tedeschi, *Le componenti del progettare*
13. Giorgio Brunetti, Pierluigi Foglino, Massimo Fontana, *Indagini non distruttive per il riuso*
14. Cini Boeri, *Le dimensioni umane dell'abitazione. Appunti per una progettazione attenta alle esigenze fisiche e psichiche dell'uomo*
15. Gian Domenico Salotti, Arturo Dell'Acqua, *Centri storici: analisi e progetto per il riuso. Verifica di un procedimento sul tessuto urbano di Vercelli*
16. Gianni Ottolini, *Spazio e arredo della casa popolare. Un'indagine*
17. Raffaella Crespi, *Giuseppe Terragni designer*
18. Luciano Celli, Diana De Rosa, Enzo Frateili, *Prefabbricare l'architettura. Indirizzi progettuali per la scuola della prima infanzia*
19. Vito Giorgio Colaianni, *Impianti tecnici dell'edilizia. Idrico-sanitari, termici e di climatizzazione, elettrici*
20. Virginia Gangemi (a cura di), *Architettura e tecnologia appropriata*
21. Bruno Taut, *Una casa di abitazione.* A cura di G.D. Salotti
22. Roberto Bianchi, *Le tecniche esecutive nell'edilizia residenziale degli anni '80. Dal tradizionale evoluto al cosiddetto industrializzato*
23. Franco Laner, Umberto Barbisan, *I secoli bui del terremoto*
24. Guido Nardi, *Le nuove radici antiche. Saggio sulla questione delle tecniche esecutive in architettura*
25. Fulvia Tinelli, *L'involuzione delle tecniche costruttive. Dal Weissenhofsiedlung (1927) al Schone Aussicht (1980)*
26. Eugenio Bettinelli, *Oggetto e progetto. Dal disegno al comportamento utopico*
27. Enza Pisano, *Progettare, stare, fare. Lineamenti di ergonomia per la progettazione dell'ambiente e delle componenti ambientali*
28. Andrea Campioli, *I presagi di un nuovo costruire. Il linguaggio delle tecniche esecutive nell'architettura della seconda età della macchina*
29. Patrizia Zanella (a cura di), *Morfologia dello spazio urbano. Questioni di analisi e di progetto*

30. Piera Scuri, *I grattacieli degli anni '80. Oltre l'immagine*
31. Marisa Bertoldini (a cura di), *La casa tra tecniche e sogno. La costruzione della propria casa in un esame transdisciplinare*
32. Ennio Rigamonti, *L'innovazione nascosta. Il caso delle costruzioni*
33. Susanna de Götzen, Franco Laner, *La chiglia rovesciata*
34. Claudio Molinari (a cura di), *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*
35. Anna Mangiarotti, *Gli elementi tecnici del progetto. Trasformazioni e possibilità espressive della materia in architettura*
36. Augusto Vitale, Massimo Perriccioli, Sergio Pone, *Architettura e costruzione. Il problema della tecnica negli scritti dei protagonisti dell'architettura moderna*
37. Piergiorgio Rossi, Benedetta Spadolini, *L'immaginazione del concreto. Gli strumenti operativi del progetto*
38. Nicola Sinopoli, *Design italiano: quale scuola?*
39. Lodovico Migliore, Giovanna Piccinno, Margherita Servetto (a cura di), *Nuove vie del design in Giappone*
40. Gian Domenico Salotti (a cura di), *Bruno Taut. La figura e l'opera*
41. Egidio Mucci, Paolo Rizzoli (a cura di), *L'immaginario tecnologico metropolitano*
42. Cherubino Gambardella, *Il canto delle colonne. Tecniche e architettura dall'*unità *razionalista alla poetica del* frammento
43. Carlo Truppi, *Tra costruzione e progetto. Classico e moderno come scenario del costruire*
44. Virginia Gangemi (a cura di), *Cultura e impegno progettuale. Orientamenti e strategie oltre gli anni '90*
45. Pier Angelo Cetica, *L'edilizia di terza generazione. Breviario di poetica per il progetto nella strategia del costruire*
46. Franco Laner, *Il limite della dispersione. Controllo e sperimentazione dei componenti edilizi*
47. Andrea Campioli, *Il contesto del progetto. Il costruire contemporaneo tra sperimentalismo, high-tech e diffusione delle tecnologie industriali*
48. Carlo Truppi, *Continuità e mutamento. Il tempo nell'innovazione delle tecniche e nell'evoluzione dell'architettura*
49. Egidio Mucci (a cura di), *Design 2000*
50. Rosalba La Creta, Carlo Truppi (a cura di), *L'architetto tra tecnologia e progetto*
51. Umberto Barbisan, *La ricerca dell'archetipo nelle costruzioni. Le ipotesi, un esempio: gli archetipi costruttivi a Venezia*
52. Augusto Vitale, Paola Ascione, Antonella Falotico, Massimo Perriccioli, Sergio Pone, *Argomenti per il costruire contemporaneo*
53. Vittorio Manfron, *Qualità e affidabilità in edilizia*
54. Anna Maria Zorgno, *Materiali, tecniche, progetto. La cultura del progetto nel Piemonte del secondo Ottocento*