

L'ingegneria e la "scomparsa delle lucciole"

La storiografia sull'ingegneria strutturale moderna è in grande ritardo. C'è stata è vero una prima collocazione delle principali opere nel quadro unitario del movimento moderno, insieme alle architetture. Anzi, ad alcune di esse (i ponti di Eiffel o quelli di Maillart, per esempio) è stato attribuito un notevole rilievo. Ma si è trattato di letture esterne. Quella che stenta invece a decollare è una storia specialistica delle strutture, che si basi sulla individuazione dei caratteri intrinseci delle opere, analizzando le scelte progettuali in stretto rapporto con gli sviluppi della meccanica. Un'indagine che, nel ricostruire la genesi dell'opera, pur basandosi sulla sua natura architettonica, tenga anche conto del carattere scientifico della progettazione. Intendiamoci: non che il ritardo su questi approfondimenti stupisca più di tanto. Un lavoro di questo tipo richiede di traversare nei due sensi i territori della storia della scienza e della storia dell'architettura. Ora: chi è in grado di farlo? Lo storico dell'architettura dovrebbe prima acquisire dimestichezza con la meccanica delle strutture; l'ingegnere dovrebbe superare la sua fisiologica idiosincrasia verso la storia.

A provare la gravità di tale ritardo permane una lacuna ormai inaccettabile: il periodo più esaltante dell'ingegneria italiana, quello in cui, nel passaggio dalla ricostruzione al miracolo econo-

mico, si realizzano le originali strutture 'italian style' attende ancora una ricostruzione storica adeguata.

È l'argomento che mi propongo comunque di affrontare, riflettendo intorno ai quesiti ancora aperti: come si collocano le grandi opere dell'ingegneria italiana nel processo che dalla ricostruzione postbellica porta il Paese al miracolo economico? Quali sono (e dove hanno origine) i caratteri che ne determinano la singolarità e la qualità? Come si spiega il fatto che a quel periodo straordinario è seguita in Italia l'eclissi totale delle opere strutturali d'autore? Per le prime due domande facciamo riferimento ai pochissimi studi (specifici) sull'argomento¹; sulla terza ci illumina una bella metafora di Pasolini: la "scomparsa delle lucciole".

La breve parabola che porta l'ingegneria strutturale italiana al centro dell'attenzione internazionale si svolge nell'arco di circa quindici anni tra il '48 e il '64. Nel 1948 Nervi realizza il salone B a Torino Esposizioni in cui vengono sfruttate le straordinarie potenzialità di un nuovo modo di costruire in cemento armato, basato sulle invenzioni del ferrocemento e della "prefabbricazione strutturale". È il sistema che, ulteriormente perfezionato, consentirà allo stesso ingegnere di realizzare le straordinarie strutture per le Olimpiadi romane. Sempre nel 1960 Morandi progetta il

viadotto sul Polcevera in cui lo schema strallato, già testato nel lungo ponte sulla laguna di Maracaibo, viene concepito come un omogeneo sistema interamente in cemento armato precompresso (compresi gli stralli!). L'anno dopo, all'esposizione di Torino '61 per le celebrazioni unitarie, si inaugurano il Palazzo del lavoro, ancora di Nervi, e la Vela di Franco Levi, ad ulteriore dimostrazione che la grande struttura italiana ha assunto ormai una propria identità. Intanto, negli stessi anni, tra il '56 e il '64, si costruisce l'Autostrada del Sole con i suoi quattrocento ponti, progettati, ad uno ad uno, oltre che dagli ingegneri famosi, anche da uno stuolo di professionisti di alto livello. E' emersa

una scuola italiana di ingegneria, che trova pieno riconoscimento nella mostra "Twentieth Century Engineering" allestita al MOMA di New York nel 1964.

L'exploit dell'ingegneria avviene nello stesso periodo in cui il Paese, mentre faticosamente procede nella ricostruzione, viene improvvisamente investito dal 'miracolo economico'. Dopo una graduale ripresa negli anni cinquanta, infatti, nel giro di un lustro, tra il '58 e il '63, l'Italia esce dalla condizione agricola ed entra direttamente nel novero dei paesi più industrializzati. Le condizioni economiche e il tenore di vita crescono in misura straordinaria.

Il prodotto interno lordo aumenta come mai in precedenza nella storia



Fig. 1 – Pier Luigi Nervi, Palazzetto dello Sport a Roma, 1956-57 Fig. 2 - Il cantiere di costruzione del Palazzetto dello Sport a Roma, 1956-57

dello Stato unitario. La produzione industriale raddoppia. Si moltiplica il consumo di carne; migliora la dotazione di impianti nelle case; aumentano le presenze negli alberghi; per non parlare della diffusione delle automobili e degli elettrodomestici.

Nel repentino sviluppo industriale del Paese l'edilizia svolge un ruolo affatto particolare: da un lato la crescita generale innesca anche il boom edilizio; dall'altro, il ruolo che viene affidato al settore delle costruzioni nello sviluppo impone il congelamento del suo livello tecnico.

Uno dei fattori fondamentali su cui si basa il fenomeno spontaneo del 'miracolo', infatti, è il bassissimo costo del lavoro, che rende il prodotto italiano competitivo sui mercati internazionali. Per il mantenimento di questo fattore è essenziale la funzione di transito che svolge il cantiere edile, assorbendo la forza lavoro (non specializzata) che migra dall'agricoltura all'industria, dalla campagna alla città, dal sud al nord. Insomma: per svolgere il ruolo di supporto allo sviluppo industriale accelerato, l'edilizia, pur espandendosi, deve ulteriormente protrarre il ritardo tecnologico già accumulato nella fasi precedenti della modernizzazione, durante l'autarchia e durante la guerra.

La necessità dell'arretratezza del settore riguarda soprattutto l'edilizia corrente. Qui è l'orientamento ultraliberista della politica edilizia e urbana, con il limitatissimo intervento pubblico nell'abitazione e con la totale assenza di pianificazione e programmazione,

a creare le condizioni per cui l'impresa privata reinveste, anziché nell'innovazione tecnica, nell'acquisto di beni immobiliari e soprattutto fondiari. E d'altra parte anche nell'unico intervento di edilizia pubblica, il Piano Fanfani per l'Ina Casa, per garantire l'obiettivo prioritario dell'incremento dell'occupazione operaia, si vieta esplicitamente l'innovazione tecnica.

Ma lo stesso fine della massiccia occupazione di mano d'opera a bassa specializzazione riguarda anche le grandi infrastrutture. È vero che nel settore stradale lo stato interviene in modo autorevole, varando piani imponenti. E lo fa sia per sostenere il rapido sviluppo dell'industria automobilistica, sia più in generale per fornire il supporto infrastrutturale all'impennata spontanea dello sviluppo industriale negli anni del miracolo. Ma anche in questo settore si evita di favorire concentrazioni imprenditoriali (all'interno delle quali si innescerebbe un progresso tecnico), come dimostra la frammentazione in piccoli lotti degli appalti per la costruzione del-



Fig. 2 - Il cantiere di costruzione del Palazzetto dello Sport a Roma, 1956-57

l'Autostrada del Sole. Il ruolo che l'edilizia svolge nella dinamica dello sviluppo indica un primo elemento di continuità tra l'immediato dopoguerra e il periodo autarchico: l'invarianza del cantiere a bassa meccanizzazione e alto impiego di mano d'opera. Anche nelle fasi precedenti, infatti, (e per motivazioni in molti casi analoghe) nella modernizzazione italiana si è puntualmente assegnato al settore edilizio un ruolo prioritariamente occupazionale. E tale strategia ha comportato l'accumulazione di un ritardo tecnologico.

Nell'edilizia corrente, il protrarsi del cantiere artigianale determina un rinvio nell'adozione dei sistemi di prefabbricazione, che costituiscono la tecnologia radicalmente nuova con cui negli altri

Paesi si fronteggiano le urgenze della ricostruzione.

Nelle grandi strutture le ripercussioni della persistente artigianalità del cantiere sono più articolate. La prima conseguenza è la conferma dell'egemonia del cemento armato e l'esclusione della struttura metallica (scelta niente affatto ovvia, se si considera che uno dei volani del miracolo economico è proprio il rilancio della siderurgia).

Questa opzione, anziché stimolare la riproposizione delle strutture anonime realizzate (con pochissime eccezioni) negli anni trenta, favorisce il collegamento con una sotterranea linea di sperimentazione su versioni evolute del cemento armato che, nonostante l'impedimento applicativo, l'ingegneria ita-



Fig. 3 – Riccardo Morandi, Viadotto sul Polcevera a Genova, 1960-67

liana ha tenuto ben viva durante l'autarchia e la guerra. E' un percorso lungo, iniziato nei primi anni del secolo, che ha coinvolto, in un'azione convergente, sia l'ala più scientifica sia quella più tecnica della meccanica delle strutture. Su entrambi i fronti, da un lato partendo dalle difficoltà di applicare la teoria elastica classica ad un materiale eterogeneo e anisotropo come il cemento armato, dall'altro muovendo dai paradossi reologici generati dalla diversa natura dei due materiali (le fessurazioni del calcestruzzo in zona tesa, innanzitutto) si sono privilegiati gli studi sul comportamento del cemento armato in fase plastica, le indagini sul comportamento a rottura, le osservazioni sugli effetti di stati di coazione impressi.

La collaborazione di tecnici e scienziati ha portato, alla metà degli anni trenta, l'ingegneria italiana ad inserirsi nei due filoni in cui si incanala, anche a livello internazionale, lo sviluppo delle grandi strutture in cemento armato: la precompressione; le volte sottili resistenti per forma. Adesso a queste linee, rimaste prima della guerra allo stadio della ricerca teorica e della sperimentazione, si offre finalmente un vasto campo di applicazione.

Così, da un lato, l'azione tenace di Gustavo Colonnetti (autore di studi fondamentali sulla statica dei corpi elastoplastici, divulgatore delle esperienze straniere sulla precompressione, titolare di due brevetti sulle "travi con armatura preventivamente tesa" depositati nel '39, animatore durante l'occupazione



Fig. 4 – Riccardo Morandi, Viadotto sul Polcevera a Genova, 1960-67

ne nazista nel campo d'internamento universitario di Losanna di corsi specifici sulla nuova tecnica, e dopo la liberazione promotore come Presidente del CNR del Centro studi sugli stati di coazione elastica) conduce infine al grande sviluppo delle strutture in cemento armato precompresso. Le quali, con il contributo di altri teorici speri-



Fig. 5 – Silvano Zorzi, Ponte sull'Arno per l'Autostrada del Sole presso Incisa, 1962-62



Fig. 6 – Sergio Musumeci, Ponte sul Basento a Potenza, 1967-76

mentatori, come Franco Levi, di teorici progettisti come Carlo Cestelli Guidi, di progettisti specialisti come Giuseppe Rinaldi, Silvano Zorzi e lo stesso Morandi, trovano il banco di prova ideale negli innumerevoli ponti e viadotti delle autostrade. Contemporaneamente, la sperimentazione instancabile di Nervi (inventore del ferrocemento, ideale per confezionare strutture sottili con un comportamento omogeneo ed isotropo, ideatore di un ingegnoso procedimento di costruzione basato sulla prefabbricazione in cantiere di piccoli casseri a perdere saldati con un getto in opera) grazie anche al contributo non secondario del teorico Arturo Danusso e del suo laboratorio di prove su modelli, ap-

proda alle estese superfici minutamente corrugate (o ondulate, o nervate) del salone B o dei Palazzi sportivi romani, nei quali si riconosce una personalissima interpretazione del tema strutturale della volta sottile.

Vista con questa prospettiva, la straordinaria produzione dell'ingegneria italiana non appare come il risultato di una svolta innovativa, ma come il frutto maturo di una duplice continuità con i decenni dell'autarchia: una continuità conservativa, relativa ai modi di costruire del cantiere artigianale; una continuità evolutiva, nello sviluppo delle linee sperimentali sulle strutture in cemento armato, avviate fin dall'inizio del secolo.



Fig. 7 – Silvano Zorzi, Ponte sul Tevere per la metropolitana a Roma, 1964-72

Come si riflette tale doppia radice indigena dell'ingegneria italiana sui caratteri delle opere? Da essa deriva il tratto su cui l'ingegneria 'italian style' basa la sua inconfondibile identità: il contrasto tra lo stadio avanzato delle teorie strutturali e il carattere artigianale del cantiere del cemento armato. E' una dualità interna, che si ritrova in tutte le opere più tipiche, ma con differenti intonazioni.

Nelle grandi coperture di Nervi il livello elevato raggiunto dall'ingegneria italiana si rispecchia nella raffinatezza delle strutture geometricamente complesse ed altamente iperstatiche, da cui derivano gli spessori sottilissimi rispetto alle ampie luci. Nello stesso tempo,

la minuta increspatura che segna l'intradosso di volte e cupole rispecchia il modo di costruire che Nervi ha messo a punto: un sistema geniale per cui la forma, che sembra uscita da un colossale stampo, è in realtà ottenuta con un assemblaggio a mano che si riallaccia alla grande tradizione italiana delle cupole a conci.

Nell'opera di Morandi il dualismo tra modernità e tradizionalismo si riflette nella strategia progettuale per cui gli schemi più evoluti della costruzione metallica (la trave bilanciata, il sistema strallato...) sono reinterpretati con la tecnica del cemento armato precompresso. Il congegno meccanico di puntoni e tiranti assume così una forma

plastica, omogenea e continua, interamente gettata in opera, che della costruzione muraria evoca tutta l'artigianalità. La precompressione, insomma, è intesa come versione evoluta della muratura armata, che idealmente si collega all'esperienza antonelliana.

Ma l'opera in cui il connubio tra scientificità e artigianalità trova l'esempio più emblematico è il capolavoro di Sergio Musmeci, il ponte sul Basento. Apparentemente fantasiosa, la forma deriva, al contrario, dalla determinazione matematica (e sperimentale) della superficie minimale (minima estensione, ma anche spessori ridotti e dunque massima leggerezza). Ma la sua realizzazione, in un cantiere esasperatamente tradizionale, impone nello sviluppo esecutivo aggiustamenti e ritocchi tali per cui, paradossalmente, la superficie costruita, pur senza perdere la sua originalità, finisce per assumere la composità massiccia dell'opera muraria.

Ricapitolando: nel passaggio dalla ricostruzione al miracolo economico il cantiere conserva il suo carattere artigianale; nello stesso periodo l'intervento pubblico (con l'eccezione dell'Ina Casa) si concentra sulla realizzazione di grandi infrastrutture; nella realizzazione di tali opere l'ingegneria italiana emerge all'attenzione internazionale con una propria inconfondibile identità; l'origine di tale identità si riscontra, oltre che nella arretratezza del cantiere, in una linea di sperimentazione scientifica e tecnologica sul cemento armato che, rimasta a lungo inapplicata, trova finalmente sbocco; la doppia eredità del ritardo tec-

nologico e del livello scientifico avanzato si riflette all'interno delle opere nel contrasto tra soluzioni strutturali sofisticate e semplicità del modo di costruire; tale contrasto diviene il tratto distintivo della struttura 'italian style'.

Ma il periodo aureo dell'ingegneria italiana finisce, bruscamente, insieme con il miracolo economico. Negli anni successivi, già nel completamento della rete autostradale, i ponti e i viadotti perdono la loro identità. E si tratta di una svolta irreversibile, giacché negli anni successivi sarà impossibile ritrovare la figura del progettista strutturale.

Sulle ragioni di questa estinzione può risultare illuminante la (personalissima) lettura di quel periodo della storia italiana che dava Pasolini dieci anni dopo in una serie di interventi giornalistici e in particolare nel famoso articolo sul Corriere della Sera del primo febbraio 1975². Mentre la storiografia ufficiale aveva identificato il cambiamento del Paese nel passaggio dalla dittatura alla democrazia e aveva individuato le cause dell'inversione di tendenza dopo il boom economico nei forti squilibri che lo sviluppo troppo rapido aveva provocato (squilibri geografici, emigrazione crescente, distruzione del territorio e sacco delle città, abusivismo sfrenato), Pasolini vedeva (e si sforzava di mostrare) una sostanziale continuità tra l'immediato dopoguerra e il periodo precedente e collocava la svolta profonda, radicale delle condizioni di vita degli italiani (da lui considerata come una tragica perdita) non in coincidenza con la guerra, ma alla fine del

miracolo economico, nel 1964. Questo era il passaggio in cui, con l'instaurazione di un nuovo regime consumistico, era stata definitivamente cancellata quella identità culturale e umana che in Italia (per una serie di fortunati anacronismi) si era conservata nel processo di modernizzazione, prima durante il fascismo e ancora subito dopo la guerra. Adesso, con la globale omologazione interclassista il patrimonio culturale (nel senso antropologico) custodito nelle classi subalterne (il mondo contadino, il sottoproletariato urbano, il proletariato protoindustriale), veniva spazzato via d'un colpo.

Una singolare analogia (non solo cronologica) si instaura tra la lettura pasoliniana e l'evoluzione dell'ingegneria. Infatti, se è vero che la prerogativa del progettista italiano di strutture (e il segreto della sua originalità e del suo successo) era la capacità di coniugare la tradizione scientifica avanzata con la storica arretratezza del cantiere, se è vero che il durare di questa artigianalità nel periodo del miracolo economico era un anacronismo dovuto alle

singularità della modernizzazione italiana, se è vero, insomma, che il progettista strutturale era l'epigono di un'epoca che si stava concludendo e non l'iniziatore di una nuova, allora si può supporre che tale figura di scienziato-artigiano, con l'omologazione tecnologica intervenuta dopo il miracolo economico, sia stata una delle vittime coinvolte nel genocidio denunciato da Pasolini.

Questi descrive così il fenomeno: "Nei primi anni sessanta, a causa dell'inquinamento dell'aria, e, soprattutto, in campagna, a causa dell'inquinamento dell'acqua (gli azzurri fiumi e le rogge trasparenti) sono cominciate a scomparire le lucciole. Il fenomeno è stato fulmineo e folgorante. Dopo pochi anni le lucciole non c'erano più. (Sono ora un ricordo, abbastanza straziante, del passato: e un uomo anziano che abbia un tale ricordo, non può riconoscere nei nuovi giovani se stesso giovane, e dunque non può più avere i bei rimpianti di una volta). Quel «qualcosa» che è accaduto una decina di anni fa lo chiamerò dunque «scomparsa delle lucciole»".

¹Tra questi si ricordano alcuni prodotti del gruppo di ricerca dell'Università di Tor Vergata: S. PORETTI, *La costruzione*, in *Storia dell'architettura italiana. Il secondo Novecento*, a cura di F. Dal Co, Milano, Electa, 1997, pp. 268-293; T. IORI, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla seconda guerra mondiale*, Roma, Edil-stampa, 2001; S. PORETTI, *Storicità dell'ingegneria strutturale*, «Area», 57, luglio/agosto 2001, pp. 2-3; T. IORI, *Un sogno lungo tre chilometri. La lunga storia del ponte sullo Stretto di Messina*,

«Area», 59, novembre/ dicembre 2001, pp. 6-19; T. IORI, S. PORETTI, *Pier Luigi Nervi's works for the 1960 Rome Olympics*, Atti del IV Congresso nazionale di "Historia de la construcción", Edición Santiago Huerta, Madrid, 2005, pp. 605-614; T. IORI, *L'ingegneria italiana del dopoguerra: appunti per una storia*, in *Teoria e Pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli*, a cura di G. Mochi, vol. 2, Ravenna, 2005, pp. 763-772; S. PORETTI, *Un tempo felice dell'ingegneria italiana. Le grandi opere struttu-*

rali dalla ricostruzione al miracolo economico, «Casabella», 739-740, 2005-2006, pp. 6-11; R. CAPOMOLLA, *Il ponte sul Basento, ovvero l'invenzione di una forma "ancora senza nome"*, ivi, pp. 12-19; T. IORI *L'ultimo ponte sul Tevere*, ivi, pp. 20-25; M. MARANDOLA, *Il viadotto sul*

Polcevera. Un volteggio sulla città, ivi, pp. 26-35.

²P.P. PASOLINI, *Il vuoto del potere in Italia*, «Corriere della Sera», 1 febbraio 1975, ora in P.P. PASOLINI, *Scritti corsari*, Garzanti, Milano, 1975.