

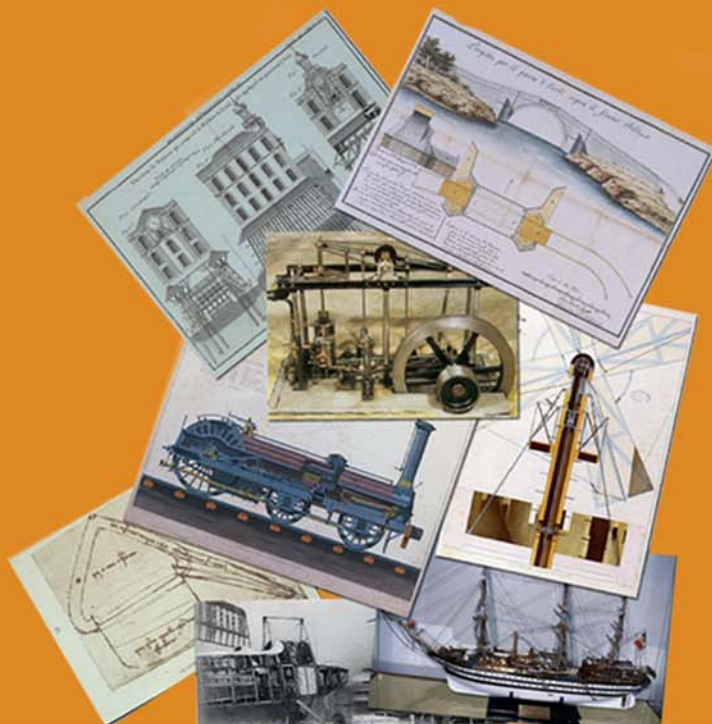


Storia dell'Ingegneria

Atti del 2° Convegno Nazionale

Napoli, 7-8-9 aprile 2008

tomo secondo



TULLIA IORI

*Il boom dell'ingegneria italiana:
il ruolo di Gustavo Colonnetti e Arturo Danusso*

Tra gli anni cinquanta e sessanta del Novecento l'ingegneria italiana conosce un periodo di particolare successo internazionale: è un intervallo breve, un'affermazione eclatante che declina velocemente nel corso degli anni settanta. Il momento di massimo favore coincide con gli anni del boom economico, durante i quali anche in molti altri settori l'identità italiana emerge e ottiene riconoscimenti, guadagnati nella competizione internazionale. Nei cataloghi delle mostre internazionali dedicate alle grandi strutture tra il 1949 e il 1979, l'Italia è celebrata e prevale rispetto agli altri paesi europei mentre nell'ultima grande esposizione parigina del 1997, "L'art de l'ingénieur", che riassume i successi dell'ingegneria civile in epoca moderna, l'ingegneria italiana è ormai scomparsa.

Molte concause sono state individuate per comprendere il fenomeno del miracolo economico e molte concause si possono riconoscere nel 'boom dell'ingegneria'¹. Certamente il trionfo è l'esito di un lavoro continuativo avviato prima della seconda guerra mondiale da tutti gli attori del comparto, protagonisti e non: le scuole teoriche e gli accademici, che hanno saputo convergere già negli anni trenta su linee di ricerca rivelatesi poi vincenti; gli ingegneri progettisti che hanno investito la loro cultura costruttiva nella sperimentazione instan-

cabile anche durante gli anni delle restrizioni autarchiche; le imprese, che hanno conservato una dimensione minuta, assorbendo, educando e organizzando manodopera di carattere artigianale invece che industriale; lo Stato, che, pur tra mille contraddizioni, ha garantito investimenti così rilevanti da rilanciare l'intero settore edilizio e infrastrutturale. Le cause del declino, invece, vanno ancora esplorate a fondo. Certamente la perdita di un'identità tipicamente italiana è alla base del ciclo recessivo. In altri settori creativo-produttivi questa perdita è stata interpretata come una necessaria (se pur inadeguata) contromisura per sostenere il nuovo livello della sfida: per adeguarsi agli standard tecnici raggiunti dai concorrenti, infatti, il prodotto ha dovuto acquisire qualità che lo rendessero accettabile a livello internazionale e perdere parallelamente requisiti locali. È andata così anche nel settore dell'ingegneria? In questo contributo si mira a riconoscere il ruolo, nel 'miracolo italiano' dell'ingegneria, della Scuola, e in particolare di suoi due protagonisti, Gustavo Colonnetti e Arturo Danusso.

La Scuola italiana: due strategie vincenti

Negli anni del successo delle strutture italiane nel mondo, due ben distinte

linee di pensiero teoriche giustificano le sperimentazioni e danno concretezza scientifica ai brevetti e alle invenzioni formali. I due orientamenti -divergenti nella sostanza, ma identicamente stimolanti per gli adepti e per gli allievi- si sviluppano alle scuole di Gustavo Colonnetti (1886-1968) e di Arturo Danusso (1880-1968), protagonisti della vicenda italiana nel campo delle grandi strutture prima e dopo la seconda guerra mondiale.

Chi sono questi due personaggi? Le loro vite si svolgono in parallelo, anche se Colonnetti è di sei anni più giovane: entrambi laureati in ingegneria civile a Torino con Camillo Guidi (il padre del cemento armato in Italia, per averlo introdotto già dal 1900 nei corsi di studi universitari), mettono a frutto in modo diverso il periodo che precede l'avvio della carriera accademica. Danusso subito dopo la laurea lavora come progettista di strutture, in particolare presso lo studio di Giovanni Antonio Porcheddu, il concessionario Hennebique per l'Alta Italia (è qui che nel 1907 progetta il ponte di Calvene sull'Astico); quindi si mette in luce come dotatissimo teorico primeggiando nel concorso per la ricostruzione di Messina e Reggio Calabria, bandito poco dopo il terremoto del 1908, al quale presenta una memoria sulla dinamica delle strutture. Colonnetti, invece, preferisce continuare la sua formazione, prediligendo l'approccio teorico a quello pratico e si laurea quindi anche in matematica. Vincevano, a pochi anni di distanza, il concorso alla cattedra di Meccanica appli-

cata alle Costruzioni. Colonnetti, nel 1911, coprirà come professore straordinario il posto di Genova, poi quello di Pisa e infine tornerà a Torino, nel 1919 (dopo aver enunciato e pubblicato, nel 1912, il secondo principio di reciprocità); Danusso, invece, andrà direttamente, nel 1915, alla cattedra della sede politecnica di Milano.

Volendo sintetizzare le articolate figure dei due scienziati, si riconoscono profili praticamente inconciliabili, ma che si muovono a partire dalla stessa convinzione, maturata studiando profondamente le caratteristiche (e le anomalie) della tecnica dominante in Italia, il cemento armato. Tutti e due sono consapevoli, infatti, che la teoria elastica classica, nata per l'acciaio e frettolosamente adattata al nuovo materiale nelle fasi pionieristiche della sperimentazione, non è assolutamente sufficiente a giustificare il comportamento. E' necessario, per poter esplorare tutte le potenzialità del materiale, studiare le deformazioni 'successive' a quelle elastiche, cioè quelle plastiche. E di considerare nel calcolo statico delle costruzioni non più solo i carichi permanenti o accidentali ma anche gli stati di tensione che si verificano nel corpo in assenza di forze esterne (come quelli determinati proprio dall'intervento di deformazioni plastiche ma anche da altre cause di diversa natura): stati per i quali, entrambi, autonomamente, coniano un neologismo. Colonnetti li chiamerà 'coazioni', termine introdotto nel 1917 insieme alle basi della relativa teoria²; Danusso, invece, 'autotensioni', espressione che nel 1934 titola un suo

famoso saggio³ che chiarisce la portata pratica, applicativa e benefica del fenomeno dell'adattamento plastico.

Pur in questa confluenza di interessi, le divergenze di pensiero tra i due sono sostanziali.

Colonnetti è convinto che sia possibile formulare una nuova teoria matematica che sappia prevedere il reale comportamento delle strutture oltre la fase elastica. La teoria deve essere di carattere assoluto e ricomprendere all'interno tutti i casi particolari: non quindi un metodo di calcolo elaborato per risolvere un problema specifico (come quello, odiato, della omogeneizzazione della sezione di cemento armato) ma piuttosto la "teoria generale dell'equilibrio elasto-plastico", o meglio ancora la "teoria generale delle coazioni", che comprende elegantemente sia l'equilibrio elasto-plastico che il fluage (quindi l'equilibrio visco-plastico), la precompressione ed eventuali altre possibili coazioni naturali o artificiali.

Questo ottimismo sulle potenzialità di sintesi della teoria si abbina con la convinzione che l'ingegnere debba avere un ruolo attivo nel comportamento delle costruzioni: le strutture, secondo Colonnetti, infatti, vanno "addestrate" per rispondere alle sollecitazioni in modo ottimale. E questo si può ottenere imprimendo ai corpi coazioni artificiali, preventivamente determinate con il calcolo, capaci di correggere lo stato di equilibrio naturale delle strutture stesse. "La più brillante applicazione concreta" del concetto di coazione viene riconosciuta nell'opera di Eugene Freys-

sinet e più in generale nella precompressione, che Colonnetti provvederà a pubblicizzare in Italia già alla fine degli anni trenta: precomprimere non significa forse insegnare al cemento a resistere a sforzi di trazione?

Danusso, al contrario, sostiene che non sia necessario insegnare alle strutture come comportarsi ma piuttosto lasciare che, spontaneamente, si adattino ai carichi sopperendo anche ad eventuali lacune nella conoscenza del progettista. Questa fiducia nelle risorse intrinseche delle opere matura dalla consapevolezza che proprio l'intervento delle deformazioni plastiche, e delle conseguenti autotensioni, possa riuscire favorevole, "in quanto tende a scaricare parti della struttura, che in regime elastico risulterebbero eccessivamente caricate, se vi sono altre parti di essa, inizialmente meno impegnate, in cui gli sforzi possono emigrare a beneficio della stabilità dell'insieme". La capacità di adattamento plastico, congenita nelle strutture complesse e più volte iperstatiche, è però di difficilissima previsione teorica. Danusso continuamente ricorda "il cumulo di restrizioni che la teoria è costretta ad imporsi per ridurre a schema di calcolo gli ordinari problemi e il conseguente suo difetto di validità". Scettico sulla possibilità di interpretare matematicamente, a tavolino, la risposta della struttura, si affida ad una "macchina calcolatrice degli sforzi", cioè al 'modello in scala ridotta', da sottoporre a prove di carico in laboratorio, che simula, indica, mostra il comportamento dell'opera e, se correttamente stimola-

to, si comporterà proprio come sarà capace di fare il suo emulo in scala reale.

Per comprendere meglio la diversa natura del loro approccio scientifico, è utile confrontare il loro modo di porsi nei confronti del ponte Risorgimento, quell'ardito arco ribassato che dal 1911 è stato posto al centro del dibattito sulle effettive potenzialità del cemento armato.

Danusso, che si era trovato coinvolto nelle fasi progettuali dell'opera, lo richiamava spesso per dimostrare i limiti della teoria e dei teorici. Derideva in più occasioni quegli scienziati che, dopo aver rifatto i calcoli del ponte secondo la teoria classica dell'elasticità, ne invocavano la demolizione per pericolo imminente di crollo: semplicemente non si erano accorti che il problema risiedeva nell'inadeguatezza della teoria e non dell'opera, che anzi aveva superato un collaudo severissimo, e ormai anche la prova del tempo. Ricordava spesso quale fosse stato il criterio di dimensionamento di Hennebique: occorre procedere "per tentativi alla ricerca di quella fra le curve funicolari dei carichi che meglio si conciliasse colla stabilità" e accettarla anche in deroga alla teoria, ammettendo che "a render la soluzione possibile" provvedesse la natura mediante l'adattabilità plastica⁴.

Colonnetti, a sua volta, in molti scritti citava esattamente le parole di Danusso al solo scopo di dimostrare, pur riconoscendo il valore della genialità intuitiva, l'eccessiva arditezza del procedimento e l'alchimia di quel metodo empirico. Ribadiva, al contrario, la necessità di

formulare una teoria razionale che consentisse di procedere "ad una vera e propria scelta dello stato effettivo di equilibrio, tra gli stati equilibrati, subordinandola all'analisi delle deformazioni plastiche"⁵. Questo per poter offrire a tutti i progettisti, anche ai meno dotati di 'intuito', gli strumenti per ben dimensionare le strutture ed addirittura per condizionarne il comportamento mediante coazioni impresse artificialmente.

Si coglie facilmente adesso come entrambe le posizioni siano state in ugual modo stimolanti per gli ingegneri italiani. Danusso, per via della sua esperienza giovanile di progettista, esplora il comportamento delle strutture oltre la "prigione" del calcolo. Per questo la sua scuola è sempre pronta a collaborare con ingegneri - come Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci - che per naturale inclinazione non riescono a rimanere confinati nelle soluzioni già codificate. Colonnetti, in parallelo, stimola i progettisti a non attendere passivamente gli stati di coazione che si dovrebbero innescare autonomamente nelle strutture ma ad attuare immediatamente quelle coazioni artificiali capaci di assicurare distribuzioni più favorevoli delle tensioni interne. Per questo promuove, a tutti i livelli, con infaticabile impegno, la diffusione della tecnica della precompressione, garantendo ad un folto gruppo di strutturisti italiani un ruolo di primo piano nel panorama internazionale specifico.

Danusso, che si è convinto rapidamente (proprio come Eduardo Torroja

in Spagna) che “il modello avvicina la natura meglio del calcolo”, fonda già nel 1931 il laboratorio “Prove modelli e costruzioni” all’interno del Politecnico di Milano, grazie al generoso contributo delle società Italcementi e Montandon. Occorreranno due anni per istruire il personale, sistemare e attrezzare i locali. Poi nel 1933 entra in funzione la sezione fotoelastica, all’avanguardia, e nel 1935 la sezione grandi modelli (avviata per indagini sulle dighe e poi completata nel 1939 con uno speciale impianto per esperienze su condotte in pressione). Lo scopo del laboratorio è dichiaratamente quello di indagare “l’entità dei divari, nello stato di sollecitazione, tra i risultati effettivamente riscontrati e quelli desumibili dai calcoli tecnici”, sottintendendo che questi divari saranno notevoli. I modelli fotoelastici sono per Danusso “traduttori sensibili e validamente espressivi del quadro delle tensioni” e si prestano alle prime sperimentazioni strutturali sofisticate (come quelle elaborate per il progetto di concorso del Palazzo del Littorio, o per la trave metallica a doppio gomito per la copertura della Stazione di Firenze). Ma hanno il difetto di essere bidimensionali e di operare esclusivamente in campo elastico: così per i ponti iperstatici (come il Duca d’Aosta a Roma) o per altre strutture particolarmente complicate (come la prima serie di aviorimesse di Nervi ad Orvieto; o l’arco dell’Impero progettato per l’E42 a Roma) vengono preparati modelli in scala (quello per le aviorimesse sarà il primo), di cemento o di celluloidi. Proprio il sodalizio con

Nervi porterà lustro alla scuola di modellizzazione perché l’ingegnere resterà fedele a questo tipo di verifica per tutta la sua lunga carriera progettuale.

Colonnetti, dal canto suo, dopo aver messo a punto già nel 1937 la teoria dell’equilibrio elasto-plastico, nel 1939, durante un breve giro di conferenze a Parigi (dove si è rifugiato il suo allievo Franco Levi, a seguito delle leggi razziali), è affascinato dalle ricerche di Freyssinet, e comincia a diffondere sulle riviste italiane “la nuova tecnica del cemento armato”, la precompressione, che il francese ha definito “una rivoluzione nell’arte di costruire”. A settembre di quell’anno elabora un sistema di calcolo per le travi ad armature preventivamente tese; a dicembre deposita un brevetto per travi precomprese (che sintetizza il meglio dei sistemi messi a punto da Freyssinet e, in Germania, da Dischinger e da Hoyer), completato nel 1941 da un originale (quanto ‘casalingo’) dispositivo di trazione e ancoraggio. Non ha nessun interesse a sfruttare commercialmente l’invenzione, tanto che invece di tenerla segreta la pubblica più e più volte per stimolare i progettisti ad imitarlo.

Ma non è certo il momento adatto: in pieno regime autarchico, dopo una serie di disposizioni sempre più restrittive, proprio a settembre del 1939 il cemento armato, considerato non autarchico, viene proibito nelle costruzioni sia pubbliche che private (con appena qualche eccezione per opere in corso o di speciale interesse collettivo). Colonnetti,

divenuto direttore del “Centro studi sui materiali da costruzione” fondato nel 1938 in seno al CNR, cerca di far autorizzare, in deroga alle leggi, la sperimentazione di strutture in cemento armato precompresso ma senza successo. Nel 1940 l’entrata in guerra dell’Italia sancisce definitivamente il blocco dell’attività edilizia.

Dalla ricostruzione al boom

I lunghissimi anni di guerra, e soprattutto i mesi in attesa della liberazione da parte degli alleati, saranno eccezionalmente proficui per l’ingegneria italiana. L’inattività coatta, infatti, abbinata all’esperienza e all’abilità accumulata, producono risultati insperati. Sono, infatti, gli anni in cui si avviano le sperimentazioni sul ferrocemento di Nervi, stimulate proprio da Danusso, e quelle sulla precompressione di Morandi e di Carlo Cestelli Guidi, indirizzate dalle iniziative di Colonnetti, che avranno esiti sorprendenti durante la ricostruzione.

Ma i due scienziati avranno un ruolo decisivo anche nel rilancio dell’ingegneria italiana nell’immediato dopoguerra.

Colonnetti, da sempre palesamente antifascista, è fuggito in Svizzera subito dopo l’armistizio, il 18 settembre 1943, e con lui molti altri a rischio di deportazione. Durante l’esilio non rimane certo inattivo: Colonnetti diviene Rettore del Campo di Internamento Universitario a Vevey, dove raccoglie più di 200 rifugiati (civili e militari), ex studenti di ingegneria e architettura, per i quali organizza, con la collaborazione del-

l’Università di Losanna, dei veri e propri corsi accademici, che provvederà a far riconoscere dalle università italiane alla fine della guerra. (Saranno suoi studente, fra i tanti, Silvano Zorzi e Aldo Favini.) Nel breve periodo trascorso sul lago Lemano avvierà alla tecnica del cemento armato precompresso tutti i suoi allievi, insegnando loro i presupposti teorici, ma anche pratici, del materiale rivoluzionario.

Proprio a Colonnetti sarà affidato il compito di ricostituire la ricerca in Italia: prelevato il 7 dicembre 1944 su invito del Governo provvisorio costituito dopo la liberazione di Roma, insieme a Einaudi e ad altri (in tutto sull’aereo militare vi saranno cinque parlamentari e cinque universitari), rientra per assumere l’incarico di presidente del CNR. Subito al lavoro, ne prepara il riordino (e il regolamento è emanato già a marzo del 1945): al Consiglio viene affidato per legge il compito di curare “nel campo scientifico tecnico, lo studio, la documentazione e la sperimentazione per i problemi attinenti la ricostruzione”. E la ricostruzione dei ponti e delle infrastrutture distrutti durante il conflitto diverrà il terreno di sperimentazione per più di una generazione di ingegneri.

Le prime linee di sviluppo promosse da Colonnetti in seno al CNR coinvolgono ovviamente il cemento armato precompresso. Così, con effetto già dal 1° luglio 1945, fonda, con sede a Polzone e a seguito di una convenzione con il Politecnico di Torino, il “Centro di studio sugli stati di coazione elastica”, di-

retto dall'ordinario locale di scienza delle costruzioni (quindi Colonnetti stesso) mentre l'incarico di direttore facente funzioni è affidato a Levi, appena rientrato dalla Svizzera. Il centro avrà un ruolo decisivo per circa quindici anni nella ricerca, nella diffusione e nella verifica delle strutture realizzate con la nuova tecnica.

Sarà sotto i suoi auspici che, nel 1947, Levi e Giulio Pizzetti pubblicano il primo manuale italiano sul cemento armato precompresso (si contenderà il primato con un libello di Cestelli Guidi, pubblicato sempre nel 1947). Ma il ruolo più stuzzicante affidato al Centro arriverà alla fine di quello stesso anno, quando per iniziativa del CNR vengono emanate le prime norme per l'impiego del cemento armato precompresso. Sintetizzate in quattro brevi articoli, prescrivono l'obbligo di un esame preventivo del progetto, completo di calcoli e procedimenti costruttivi, da parte di un'apposita Commissione del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, che coincide con il Centro stesso. La normativa, pur breve, è un capolavoro: Levi e i suoi hanno a disposizione un immenso laboratorio a cielo aperto costituito da tutti i cantieri attivi, con facoltà di disporre prove e verifiche a carico delle imprese. In compenso i progettisti godono di consulenti d'eccezione, prodighi di consigli e suggerimenti al punto da contribuire indiscutibilmente al successo delle prime realizzazioni con la nuova tecnica.

La sponsorizzazione del cemento armato precompresso da parte di

Colonnetti non coinvolge tutti i gruppi di ricerca. E non comporta l'accantonamento di altre sperimentazioni, soprattutto quella sul cemento armato ordinario che anzi viene sviluppato oltre le ragionevoli previsioni proprio per mantenere competitività con la nuova tecnica. Tra coloro che rimarranno sempre alla larga dalla "tecnica delle coazioni impresse" (proprio per avversione dichiarata all'artificiosità del procedimento che costringe costantemente il cemento - così come l'acciaio di pretensione - sotto sforzo anche in assenza di carichi esterni) spiccano Danusso e la sua scuola.

Danusso già al primo ricostitutivo convegno di Torino del 1946 (organizzato proprio dal Centro Studi di Colonnetti) presiede la seduta dedicata alle grandi strutture, ma solo per introdurre l'intervento di Nervi e Guido Oberti: saranno loro a ricordare l'importanza della ricerca sperimentale su modelli, integrando "il loro dire con proiezioni di costruzioni recenti arditissime e piene di fascino", in particolare il Salone B al Parco del Valentino di Torino, completato nel settembre del 1948.

Ad hoc per Danusso è stato creato un altro centro studi, di ricerche teoriche e sperimentali sulla stabilità delle costruzioni, però con assai pochi fondi. Ma il professore saprà trovare i suoi finanziatori, grazie soprattutto ad uno dei progetti più ambiziosi, oltre che controversi, del secondo dopoguerra: lo sfruttamento elettrico del bacino imbrifero del Piave, dato in concessione nel marzo del 1948 alla SADE (Società Adriatica di

Elettricità) sulla base di un programma elaborato già alla fine degli anni trenta. Per questo grande piano, che avrebbe dovuto risolvere parte dei problemi energetici del Paese, occorre realizzare una serie di sbarramenti artificiali: il primo, a Pieve di Cadore, previsto con una diga dal funzionamento statico ad arco-gravità. Il procedimento di calcolo disponibile in quel momento non era però compatibile con la variegata geometria dell'opera. Danusso, coinvolto dal progettista Carlo Semenza, propone allora di verificare il progetto con un modello, in scala 1:40, così enorme quindi da richiedere un nuovo edificio capace di contenerlo. Sarà l'Italcementi (poi fornitrice del materiale per le dighe) a donare un terreno, a Bergamo, e la ditta Torno (che aveva già vinto l'appalto di costruzione dello sbarramento) a realizzare la vasca di contenimento e le strutture del nuovo laboratorio. La SADE provvederà all'acquisto delle apparecchiature e alle spese per le prove. Si fonda così l'ISAC (Istituto sperimentale per Applicazioni in Calcestruzzo) e le prime verifiche sul modello sono effettuate già alla fine del 1948. Quando, nel 1950, Danusso deve lasciare l'Università per limiti di età (ha infatti compiuto 70 anni), può liberamente continuare ad occuparsi del suo nuovo laboratorio, ormai struttura privata autonoma: nel 1951 viene così fondato, come società per azioni, l'ISMES (Istituto sperimentale modelli e strutture), che diviene il punto di riferimento per la sperimentazione sulle dighe in tutta Europa. Danusso ne è il presidente, Oberti il direttore. Oltre

alle dighe, Danusso avrà modo di fare ricerche sperimentali anche su altre strutture complesse, come quelle dei due grattacieli milanesi: il Pirelli (che progetta insieme a Nervi) e la torre Velasca, per esempio. Al convegno promosso a Venezia dall'Accademia dei Lincei per il cinquantenario della fondazione della SADE (nell'ottobre del 1955) sul tema "I modelli nella tecnica", Danusso giustificava l'ancora scarsa diffusione in Italia del modello come strumento di giudizio (se non in circoli ristretti, "dove si cammina all'avanguardia"), proprio a causa del contrasto tra "la visione sintetica dell'intuito che guarda il fenomeno nell'insieme della sua obiettività fisica; e la visione analitica della scienza che, entro i confini degli schemi ideali di cui dispone, controlla, precisa, afferma. Così avviene che alcuni, legati per tradizione a questi schemi, trovino nei calcoli il riposo della perfezione logica e vi si adagino, diffidando dell'intuito come di una buccia di limone che faccia scivolare verso l'empirismo".

Completata la fase vera e propria della ricostruzione, mirata al ripristino e all'integrazione del patrimonio distrutto dai bombardamenti, si avvia in Italia, a partire proprio dalla metà degli anni cinquanta, una campagna senza precedenti di investimenti nelle opere edilizie e infrastrutturali. L'Autostrada del Sole, gli impianti sportivi per le Olimpiadi invernali di Cortina d'Ampezzo del 1956 e per quelle estive di Roma del 1960, l'aeroporto internazionale di Roma a Fiumicino, i padiglioni per le celebrazio-

ni del Centenario dell'Unità d'Italia a Torino nel 1961 sono solo alcune delle strutture che fanno guadagnare all'Italia un ruolo di primo piano nel panorama dell'ingegneria internazionale. Tra i progettisti più famosi: Nervi e Morandi, maestri nell'intuizione di nuove forme strutturali, spesso verificabili solo mediante modello, ma anche un esercito di ingegneri (come Zorzi, Musmeci, Krall, Carè, Giannelli, Cestelli Guidi), capaci ugualmente di conferire un'identità tipicamente italiana alla vasta produzione di quegli anni. Mentre si rimanda ad altri testi per comprendere l'importanza e la dimensione del fenomeno, si ricorda che i successi di quel periodo hanno radici lontane e devono molto alla ricerca e alla sperimentazione avviata dalla scuola teorica, come dimostra il seguito della vicenda italiana.

Dalla congiuntura all'austerità

In campo economico l'anno della svolta è il 1963. Nell'Italia del boom si affaccia la congiuntura e il ritmo della società deve farsi improvvisamente più pacato. Le ragioni sociali, politiche, economiche sono articolate: gli effetti si risentono immediatamente anche nel mondo dell'ingegneria (bersaglio preferito della critica sociale che guarda con crescente malcontento alla 'cementificazione' che ha ormai trasformato le città e il territorio). Proprio in occasione dell'inaugurazione dell'Autosole, nell'ottobre 1964, Aldo Moro pronuncia un famoso discorso: praticamente un appello al popolo italiano a collaborare per affrontare una crisi che sembra solo

temporanea, ma che invece non farà che aggravarsi.

Molte altre opere pubbliche erano state programmate e messe in cantiere (l'autostrada Salerno-Reggio Calabria o la metropolitana di Roma, per esempio) ma in fase realizzativa si avverte ormai un cambiamento di corso: ritardi, scandali, inefficienza, burocrazia, soffocano la qualità della progettazione.

Che ne è stato nel frattempo della ricerca teorica e sperimentale?

Colonnetti nel 1956 ha lasciato la presidenza del CNR per raggiunti limiti di età. Rimane operativo ancora a lungo – nel 1960 vince con Morandi il concorso internazionale bandito dall'Unesco per il salvataggio dei templi di Abu Simbel in Egitto. Ma molte delle iniziative del CNR che avevano sostenuto la ricerca nel settore dell'ingegneria e della costruzione perdono via via di vigore. All'inizio degli anni sessanta vengono ristrutturati i centri studi e rivisti i ruoli delle commissioni. A partire dal 1961, il Centro sugli stati di coazione elastica non è più, di fatto, il consulente unico per l'esame preventivo dei progetti in cemento armato precompresso. Finita la fase pionieristica della sperimentazione sul campo, se ne avvia un'altra, assai più punitiva, di controllo e sorveglianza. Una nuova commissione viene istituita in seno al Ministero dei Lavori Pubblici. Riferendosi al lavoro di questa commissione, Cestelli Guidi ricorda che, nel 1963, l'ANICAP istituì un gruppo di verifica per "esaminare la preoccupante situazione tecnica economica dello

sviluppo delle opere in c.a.p. che si era venuta a creare a seguito di intralci burocratici provenienti da forze sotterranee non meglio identificate”.

Anche l'ISMES lentamente perde prestigio. Intanto, il 9 ottobre 1963, si sbriciola il monte Toc, e la diga del Vajont, con i suoi 265 metri di altezza da record, completata nel 1961 come uno degli ultimi tasselli del progetto Piave, diviene il simbolo della tragedia (si contano circa 2000 morti): anche se la struttura, testata da Oberti con tre modelli a diversa scala a partire dal 1958 e poi mentre si completava l'invaso, ha resistito egregiamente all'impatto della frana, certamente la sua costruzione ha alterato gli equilibri instabili del territorio. Danusso, nel frattempo, ha lasciato la presidenza per una grave malattia: il suo ruolo viene affidato a Nervi, che lungi dal considerarlo un incarico onorifico, farà del suo meglio per salvare l'istituto.

Nonostante il prestigio che l'anziano ingegnere ancora riesce a trasmettergli, il modello fisico è destinato a cedere il passo a quello matematico: lo sviluppo

dell'algebra matriciale e l'introduzione degli elaboratori elettronici portano alla diffusione di metodi numerici e alla messa a punto di codici di calcolo automatici. Nel 1969 l'Istituto apre una sezione di studio proprio sul metodo agli elementi finiti per cercare di allinearsi alle sperimentazioni già evolute negli altri paesi europei, ma non è più certo all'avanguardia.

La congiuntura, intanto, lascia il posto all'austerità. Il modello di sviluppo capitalistico italiano sembra ormai arrivato al capolinea. Quelli successivi saranno anni difficili in molti settori della vita italiana, non certo solo per l'ingegneria e per le opere pubbliche, che comunque ne risentono al punto di perdere la loro identità e riconoscibilità nel panorama internazionale. E ne risente la scuola che, perduti i suoi capisaldi (Colonnetti e Danusso scompaiono a pochi mesi di distanza nel 1968), non sembra più in grado di indicare linee di ricerca e di sperimentazione progettuale capaci di ridare agli ingegneri italiani il lustro degli anni del miracolo.

¹ Per tutti gli approfondimenti su questo tema si rimanda a T. IORI, *L'ingegneria del miracolo italiano*, in T. IORI, S. PORETTI (a cura di), *Ingegneria italiana*, numero monografico di «Rassegna di Architettura e Urbanistica», 121/122, 2007, pp. 33-59. Si rimanda al detto volume anche per la bibliografia dettagliata, che qui si riduce all'essenziale.

² G. COLONNETTI, *Su certi stati di coazione elastica che non dipendono da azioni esterne*, «Rendiconti della R. Accademia dei Lincei», giugno 1917, pp. 43-47.

³ A. DANUSSO, *Le autotensioni. Spunti teorici ed applicazioni pratiche*, «Rendiconti del seminario matematico e fisico di Milano», VIII, 1934, pp. 217-246.

⁴ A. DANUSSO, *Le autotensioni...*, cit., p. 243.

⁵ G. COLONNETTI, *Scienza delle costruzioni*, Einaudi, Torino 1941, p. 449.