

TULLIA IORI

IL PRIMO PONTE IN CEMENTO ARMATO A ROMA.  
IL PONTE DEL RISORGIMENTO NEL CINQUANTENARIO  
DELL'UNITÀ D'ITALIA

Il ponte del Risorgimento, monumentale ricordo oggi delle celebrazioni del cinquantenario dell'Unità d'Italia, segna un punto di svolta nella storia dell'ingegneria strutturale. Inaugurato l'11 maggio 1911, come recita la scritta incisa sulla balaustra, è un ponte record: un arco di 100 metri di luce, dimensione fino allora mai raggiunta da un ponte "di muro". L'eccezionalità è resa possibile dal nuovo materiale utilizzato, il cemento armato, che proprio qui, sul Tevere, si libera dal vincolo dei brevetti e svela le sue potenzialità nascoste, esplorate poi dai più importanti ingegneri del Novecento.

Esistono già diversi studi<sup>1</sup> sul ponte condotti prevalentemente consultando l'archivio del costruttore, la società di Giovanni Antonio Porcheddu,<sup>2</sup> conservato al Politecnico di Torino. L'integrazione di questa fonte con altre due - l'archivio parigino di François Hennebique, il progettista dell'opera<sup>3</sup> e il ricco fascicolo, con catalogazione fuorviante, rinvenuto di recente nel fondo dell'Ufficio V presso l'Ar-

<sup>1</sup> R. NELVA - B. SIGNORELLI, *Il Ponte Risorgimento: significati di un'opera innovativa*, in *Roma 1911*, a cura di G. PIANTONI, De Luca Editore, Roma 1980, pp. 291-303; R. NELVA, B. SIGNORELLI, *Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia: il sistema Hennebique*, Aitec, Milano 1990.

<sup>2</sup> Si ringrazia il prof. Riccardo Nelva e la sig.ra Maria Patania per aver consentito la consultazione dell'Archivio della Società G.A. Porcheddu, in particolare le carte relative al ponte, conservato presso il Politecnico di Torino (di seguito: ASPorcheddu).

<sup>3</sup> Il fondo *Bétons armés Hennebique* è conservato presso la Cité de l'architecture et du patrimoine, Archives d'architecture du XXe siècle a Parigi (di seguito: ASBAH).

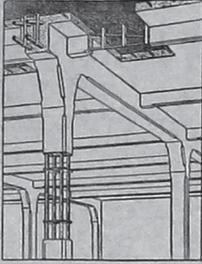
chivio Storico Capitolino<sup>4</sup> – consente un racconto più dettagliato, che fa luce su questo capolavoro.<sup>5</sup>

Cominciamo dall'inizio: a giugno del 1909, l'assessore ai lavori pubblici, vice sindaco e vice presidente del Comitato per le celebrazioni del cinquantenario dell'Unità, Rosario Bentivegna, ingegnere, sta raccogliendo, secondo le modalità dell'appalto a trattativa privata, proposte e preventivi per un ponte in cemento armato. L'Amministrazione comunale, infatti, guidata dal sindaco Ernesto Nathan, solo a metà del mese precedente ha deliberato di costruire, in località Albero Bello, un attraversamento del Tevere per collegare le due aree, non ancora edificate, scelte per la grande esposizione. Da una parte l'ex piazza d'Armi, che ospiterà la Mostra etnografica e quella regionale (e che sarà poi il nuovo quartiere intorno a piazza Mazzini), e dall'altra l'attuale Valle Giulia, ex Vigna Cartoni, che accoglierà l'esposizione internazionale di Belle arti, con i padiglioni delle delegazioni straniere. È già previsto che le aree divengano in seguito espansione permanente della città e quindi non conviene sprecare il poco denaro a disposizione per un ponte temporaneo: meglio tentare la sfida di una struttura permanente. Ma è molto tardi: mancano appena 22 mesi al giorno dell'apertura dell'esposizione, prevista a marzo del 1911.

L'assessore ha già ricevuto qualche progetto di ponte a tre luci, secondo il modello classico scelto sin dall'antichità sul Tevere, quando una domenica mattina, il 20 giugno, incontra Porcheddu, per altre commesse. Porcheddu è il concessionario per l'Alta Italia del brevetto Hennebique, il più importante sistema di costruzione in cemento armato. Il cemento armato, alla nascita, è un'invenzione protetta da brevetto e per utilizzarlo nella costruzione occorre pagare i diritti all'inventore. Il brevetto di Hennebique, depositato in Francia e in Italia nel 1892, non è l'unico disponibile in quegli anni ma è certamente il più valido,

<sup>4</sup> Il materiale relativo al ponte conservato presso l'Archivio Storico Capitolino è così catalogato: DIREZIONE/UFFV/Buste 146-147-148 (di seguito: ASCapitolino).

<sup>5</sup> Questo contributo è frutto delle ricerche svolte nell'ambito del progetto SIXXI – Storia dell'ingegneria strutturale in Italia, finanziato da un ERC Advanced Grant e condotto dall'autrice insieme a Sergio Poretti. Per tutti gli aspetti tecnici di questa storia, cfr. T. IORI - G. SAVONE, *La costruzione di un mito. La vera storia del ponte del Risorgimento*, in *SIXXI 3. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, a cura di T. IORI-S. PORETTI, Gangemi, Roma 2015, pp. 34-61.



SISTEMA SIEGWART TRAVI VUOTE IN CALCESTRUZZO ARMATO • SISTEMA BRUCKNER TAVOLONI DI GESSO O DI CEMENTO PER MURICCI  
SISTEMA LÖHR PAVIMENTAZIONI  
IN PIASTRELLE DI CEMENTO  
E ASFALTO COMPRESI

## Società Porcheddu Ing. G. A.

COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO SISTEMA HENNEBIQUE  
ED ALTRE

Capitale Sociale L. 4.000.000 - Versato 2.800.000

Sede in TORINO  
Corso Valentino, N. 20



GENOVA, Via Maddaloni, 6  
MILANO, Via Melch. Gioia, 28  
ROMA, Via Pità di Marmo, 6

*Illmo. Sig. Sindaco  
della Città  
di Roma.*

*Roma il 22 Luglio 1909.*

In seguito alla conferenza concessami dalla S.  
V. V. in merito alle proposte avanzate a Codesta  
On. Comm. dalla nostra Società per la costruzione  
del Ponte sul Tevere ad arco unico di ampiezza di  
100 m. netti fra i vasi delle spalle, conseguente  
la piazza di Campi colli Pia Flaminia ho l'onore  
di confermare che accetto le condizioni offertemi dalla  
S. V. e cioè la somma di L. 1.250.000. = per  
il ponte già accennato.

Il mio impegno anche, salvo approvazione del Consi-  
glio d'Amministrazione della n. Società di eseguire l'altre  
Ponte pure sul Tevere accennato dalla S. V. d. e  
qual lunghezza, larghezza, condizioni di stabilità ed  
ogni genere decorativo, lasciando a noi la facoltà  
di eseguire a tre arcate, per la somma di L. 950.000. =  
C. Sigheri segue.

Soc. Porcheddu Ing. G. A.  
*Luigi Porcheddu*

Torino n. 49-50 11 11  
Genova n. 49-50 11 11  
Milano n. 49-50 11 11  
Roma n. 49-50 11 11

Trattato Internaz.

Porcheddu - Torino  
Porcheddu - Genova  
Porcheddu - Milano  
Porcheddu - Roma 11

Telegrammi

OFFICINA ALBERTINI - MILANO

Fig. 1 - Lettera di G.A. Porcheddu al Sindaco di Roma di accettazione dell'incarico per la realizzazione del ponte del Risorgimento, 22 luglio 1909 (ASCapitolino)

con migliaia di cantieri portati a termine con successo nei pochi anni precedenti.<sup>6</sup> Solo i concessionari della casa madre francese possono metterlo in opera e Porcheddu è in Italia il più autorevole. La sua sede è a Torino ma ha un agente a Roma, Silvio Chiera, che gli ha già procurato diversi lavori minori per il Comune.

Porcheddu spavalidamente dichiara a Bentivegna di essere in grado di realizzare un ponte a unica luce, 100 metri netti: non avrebbe così bisogno di pile nell'alveo del fiume e quindi di realizzare fondazioni ad aria compressa, così rischiose per garantire il rispetto dei tempi. Bentivegna è scettico ma incuriosito e gli concede otto giorni per presentare un progetto. Il 2 luglio Chiera consegna in Comune due tavole di massima, accompagnate da una stima dei costi di costruzione: 1 milione e 200 mila lire.

Il ponte disegnato è semplicissimo nella sua finitura a finto travertino ma confida di suscitare ammirazione per effetto del record di luce: come promesso, 100 metri di corda e meno di 10 metri di freccia. I progetti presentati dalle altre ditte contattate, tutti a tre arcate più piccole, hanno costi confrontabili, in qualche caso anche minori. Ma il ponte di Porcheddu appare «ardito e seducente»: questo è il commento, nella seduta del 15 luglio, della commissione composta, oltre che dall'assessore, anche da Cesare Ceradini, professore di Meccanica applicata alle Costruzioni alla Regia Scuola di applicazione per gli Ingegneri di Roma, e dal suo giovane assistente, Carlo Parvopassu. Porcheddu ha di fatto risolto un problema all'Amministrazione: visto che, per il colpevole ritardo, non si fa più in tempo a costruire un bel ponte di pietra, degno di quelli storici sul fiume, e dovendosi accontentare di un dimesso ponte di cemento armato, più rapido da costruire e rispettoso del budget limitato, l'unica via per evitare le critiche sembra l'arditezza strutturale, da primato, cui anche i più conservatori riconosceranno il valore.

Porcheddu dunque vince. Ricevuto dal sindaco, Ernesto Nathan, che gli chiede un piccolo ritocco del prezzo, ammette che il progetto

<sup>6</sup> Per la storia del sistema Hennebique, cfr. G. DELHUMEAU, *L'invention du béton armé. Hennebique 1890-1914*, Editions Norma, Parigi 1999. Per la storia del cemento armato in Italia cfr. T. IORI, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla seconda guerra mondiale*, Edilstampa, Roma 2001.

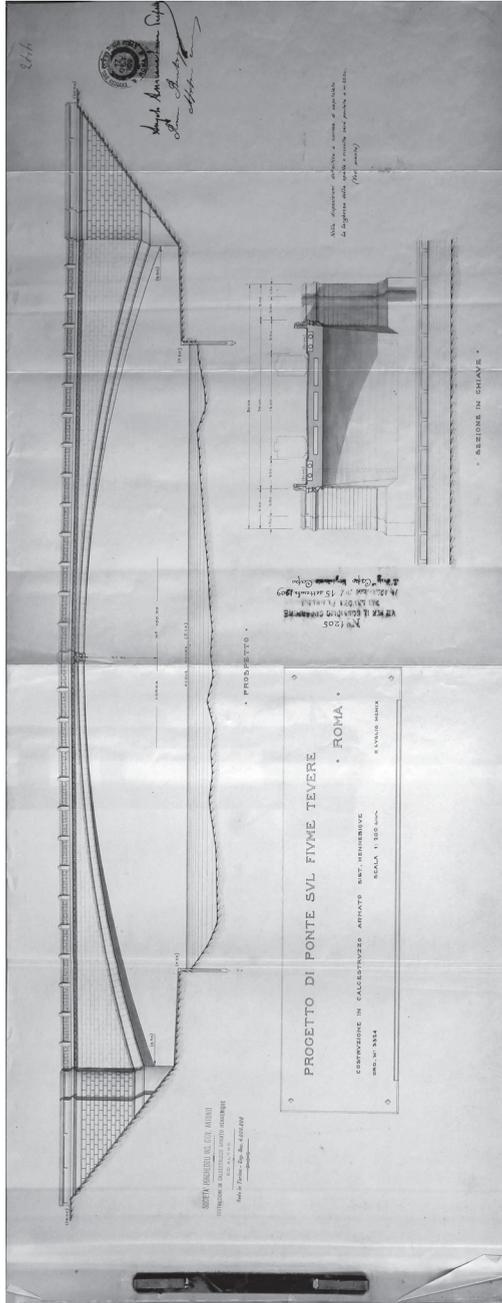


Fig. 2 - Progetto del ponte del Risorgimento, elaborato dalla Società Porcheddu datato 2 luglio 1909 e allegato al contratto siglato il 2 ottobre 1909: tavola con prospetto e sezione in chiave (ASCapitolino)



è soprattutto un'operazione mediatica: «L'opera grandiosa che con amore abbiamo progettata [...] osservata ed ammirata dal pubblico che affluirà a Roma da ogni parte, costituirebbe per la nostra Casa un lustro ed un richiamo potente, nel quale appunto ci riprometteremmo di trovare il compenso al nostro attuale sacrificio».<sup>7</sup>

Nel capitolato d'appalto,<sup>8</sup> approvato nella seduta comunale di sabato 31 luglio, si fissano le scadenze vincolanti per l'impresa: entro 20 giorni Porcheddu deve presentare i disegni dettagliati dell'opera e i calcoli di verifica mentre la costruzione del ponte dovrà avvenire entro 16 mesi dalla consegna del cantiere, che non potrà essere ritardata oltre il 15 settembre successivo. Porcheddu si mette al lavoro e il 18 agosto consegna il dovuto: 7 tavole, tra cui una di calcoli grafici, e la relazione di calcolo, oltre a quella generale.

Quello di agosto è il tipico ponte Hennebique: la "fotocopia" ingrandita, anzi raddoppiata, di altri progetti realizzati dalla Maison e da Porcheddu stesso in precedenza. Si tratta di un voltone, rinforzato da costoloni estradossati, incastrato alle spalle. È il voltone a sostenere tutto il carico: in particolare la maglia leggera di pilastri e travi su cui poggia l'impalcato stradale. Alle spalle, robuste zattere assorbono peso e spinta dell'arcata, che trasferiscono al terreno grazie a pali lunghi circa 8 metri. Come prassi nei ponti urbani, i timpani sono chiusi da pareti che, sebbene spoglie, garantiscono un'immagine più monumentale.

Porcheddu, firmando il preliminare, ha dovuto promettere di rispettare le «Prescrizioni normali per la esecuzione delle opere in cemento armato»<sup>9</sup>, emanate in Italia nel 1907, e di rinunciare invece al "calcolo pratico" ideato da Hennebique ma del tutto privo di scientificità e duramente criticato dai teorici dell'epoca. E, infatti, nella relazione di calcolo consegnata, pur ricordando in più passaggi che la progettazione si è avvalsa dell'esperienza, si segue il manuale pubblicato nel 1905 da Federico Antonio Jorini, professore al Regio Istituto tecnico superiore di Milano, dal titolo «Teoria e

<sup>7</sup> Lettera di Porcheddu a Bentivegna, 20 luglio 1909 (ASCapitolino).

<sup>8</sup> Cfr. «Capitolato di appalto per la costruzione del ponte sul Tevere all'Albero Bello», approvato con Delibera consigliare n. 366 del 31 luglio 1909 (ASCapitolino).

<sup>9</sup> Per l'introduzione della normativa in Italia, cfr. IORI, *Il cemento armato in Italia* cit.

pratica della costruzione dei ponti in legno, in ferro e in muratura» (e di quest'ultima famiglia, i ponti in cemento armato sono considerati un sottoinsieme).

Tutto sembra procedere per il meglio ma dopo la pausa estiva, il colpo di scena. Il 26 agosto Porcheddu decide di effettuare sei sondaggi sui terreni di sponda del fiume, nei pressi del futuro cantiere: due dalla parte di via Flaminia e quattro dall'altra. Il terreno, anche in profondità, si rivela molto più scadente del prevedibile: sabbia fangosa, argilla deliquescente, strati alternati di materiali troppo inconsistenti. Il terreno non sarà in grado di sopportare il peso e la spinta del grande arco, che affonderà, come nelle sabbie mobili. Che fare, dunque, ad appena due settimane dal giorno fissato per l'inizio dei lavori?

Nell'ufficio di Torino nessuno dei tecnici riesce a trovare una soluzione: Porcheddu decide allora di chiedere direttamente al Maestro, a Hennebique. Gli scrive, dunque, riassumendogli i termini della questione: il progetto azzardato, il preliminare firmato, l'offerta risicata, la cauzione pagata, i pessimi sondaggi, le scadenze imminenti. Deve spiegarli tutto dall'inizio perché finora si è mosso in autonomia, avendo delega dalla Maison: dipinge il ponte come una *réclame* incomparabile per il brevetto ma ora ha bisogno di aiuto. Partono così, alla volta di Parigi, plichi contenenti i disegni e le stratigrafie del terreno, ma stranamente per giorni nessuno risponde. Poi, finalmente, il 18 settembre il genero di Hennebique, George Flament, si fa vivo con un telegramma di scuse per l'assenza per ferie dallo studio, consiglia di prendere tempo e si affretta ad avvisare il suocero, che però è in Bretagna, in vacanza sull'Île aux Moines, difficilissimo da raggiungere.

Nel frattempo Bentivegna da Roma preme per cominciare i lavori, come da capitolato: Porcheddu temporeggia, chiede di leggere il contratto prima di prendere in consegna il cantiere, manda intanto altre lettere allarmate a Parigi. Ma i giorni passano e il vice sindaco, efficientissimo, riesce a ottenere tutte le approvazioni burocratiche necessarie (dal Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, dal Genio Civile, dal Ministero). Convoca risolutamente nella Capitale, per domenica 25, Porcheddu: che si presenta all'incontro e ottiene, non immaginiamo con quali scuse, di rimandare ancora, ma ormai dispera di poterne uscire con onore. Poi, finalmente, Flament riesce a contattare Hennebique, che torna immediatamente a Parigi e la sera stessa, il

27 settembre, con il treno notturno che parte alle 22:20, attraversa le Alpi e raggiunge finalmente Torino, alle 14:20 del giorno successivo.

Il fine settimana che segue cambia la storia del cemento armato e quindi anche la storia dell'ingegneria strutturale. Hennebique, analizzata la situazione, capisce che bisogna progettare in un modo diverso, rinunciando alle regole scritte nel brevetto e sfruttando al massimo tutte le potenzialità del materiale. E stravolge il progetto approvato dal Comune. Testimone oculare di quei giorni è Arturo Danusso, poi divenuto uno dei più importanti scienziati delle costruzioni italiani e che allora, appena laureato, lavora come progettista nel Riparto tecnico dell'ufficio di Porcheddu. Sarà lui, anche se molti anni dopo, a raccontare: «Il nostro gruppetto di giovani ingegneri, che godeva ormai la simpatia del maestro, fu posto al cemento con l'arduo problema per cui egli si era impegnato. Ma l'estrapolazione rispetto agli ardimenti precedenti metteva paura, e la paura induceva ad aggrapparsi ancora alla teoria classica; di tentativo in tentativo il manufatto continuava ad appesantirsi. Comparimmo mortificati di fronte al maestro: egli sorrise, poi si trasse in disparte a elucubrare da solo. In un paio di giorni venne fuori lo schizzo dell'opera colle principali dimensioni; l'arcata ridotta a una volta da 20 a 50 cm di spessore, sormontata da sette sottili pareti di timpano, da qualche legamento trasversale e da una soletta di impalcato. Sezione in chiave ridotta a due solette di 20 cm, legate da nervature; altezza totale 80 cm; spalle immerse nella sabbia, cellulari, senza platea di base, cogli incroci fra le pareti poggianti su piloni ottenuti perforando e costipando fortemente il suolo con mazze cadenti e imprimitura di ciottolame. Alla nostra prima meraviglia per l'assenza della platea di appoggio, Hennebique rispose citando l'esempio delle radici degli alberi, rivelando l'opportunità che il passaggio dei carichi dalla costruzione al terreno avvenga gradualmente [...] Alla nostra seconda meraviglia per aver osato ripetere in grande gli stessi ardimenti che finora aveva sperimentato per luci molto minori, rispose che non per questo la natura si sarebbe smentita»<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> A. DANUSSO, *Intuito e scienza nel cemento armato*, in *Rendiconti e Pubblicazioni del corso di perfezionamento per le costruzioni in cemento armato del Politecnico di Milano*, I, 1952, pp. 3-12.



Fig. 5 - Tutti in cantiere il giorno del primo getto di calcestruzzo, il 7 ottobre 1910: si riconoscono da sinistra a destra, G.A. Porcheddu, E. Giay, S. Chiera, F. Hennebique con l'impermeabile bianco, G. Gatta Castello, R. Bentivegna, C. Parvopassu, C. Di Fenizio e L. Somma (ASBAH)

La soluzione, dunque, sembra trovata. Senza aver prodotto ancora alcun nuovo disegno ma ormai sicuri della fattibilità dell'impresa, Porcheddu e Hennebique partono insieme alla volta di Roma e il 2 ottobre firmano finalmente il contratto, prendendo in consegna il cantiere e impegnandosi a completare il lavoro entro il 31 gennaio 1911<sup>11</sup>. Non dicono niente al Sindaco e all'Assessore dei cambiamenti che dovranno apportare al progetto, tanto che nel contratto sono allegati gli ormai superati disegni di agosto: quelli nuovi arri-

<sup>11</sup> «Contratto per la costruzione di un ponte in cemento armato sul Tevere in località Albero Bello. Società Ing. G.A. Porcheddu», 2 ottobre 1909 (ASCapitolino).

veranno sul tavolo di Bentivegna solo all'inizio dell'anno successivo, a costruzione ormai avanzata. Mentono, dunque, spudoratamente; e si nascondono dietro una clausola che insinuano fra gli articoli del contratto: la ditta si riserva la facoltà di introdurre modifiche e varianti alle fondazioni e alla struttura interna dell'opera, se li riterrà necessari per migliorare le condizioni di stabilità, assumendosi tutta intera la responsabilità del lavoro. Grazie alla clausola, le varianti non dovranno essere preventivamente approvate e Bentivegna potrà esercitare l'unico diritto che gli resta da contratto: lamentarsi!

Mentre in un via vai di lettere e plichi tra Torino e Parigi si elabora il vero progetto, a Roma parte il cantiere. Da novembre, il ruolo di capo cantiere è affidato a Giuseppe Gatta Castello, che già da molti anni dirige i lavori della ditta Porcheddu: è lui, barbuto e panciuto, in primo piano in tutte le foto che documentano lo stato di avanzamento dell'opera. Hennebique, che pur ne stima le capacità di gestione del cantiere, ironizza spesso su un difetto congenito del suo carattere: la mancanza di "precisione"; ma, d'altronde, aggiunge: «non si può avere tutto»! Il Comune, da parte sua, a dicembre nomina direttore dei lavori Claudio Di Fenizio, laureato nel 1903 in ingegneria e che è stato appena assunto dopo un concorso nazionale. Il cantiere di debutto avrebbe messo i brividi a chiunque! Anche Parvopassu ottiene un incarico: consulente con funzioni di sorveglianza e di monitoraggio costante della costruzione, con l'intento di facilitare in seguito il lavoro della commissione di collaudo.

Montate le baracche, sterrate e tagliate le scarpate, il signor Giuseppe si occupa delle «radici» del ponte. Poco prima di Natale si montano due macchine modello Compressol, sistema brevettato: mazze cadenti dall'alto perforano meccanicamente il terreno e contemporaneamente lo costipano. I pozzi ottenuti, di 90 centimetri di diametro e lunghi circa 6 metri, sono riempiti di argilla, ghiaia, pietrame e calcestruzzo: l'originale terreno di sponda, «molliccio», è così «nutrito» con materia ben più resistente. Le macchine sono messe in funzione con il nuovo anno ma il lavoro è continuamente rallentato, da fine gennaio a metà giugno 1910, da piene del Tevere che allagano gli scavi, sommergono le attrezzature e causano frane degli argini protettivi tanto che le «radici», 71 per spalla, sono completate solo a metà luglio. Da fine marzo

a fine agosto, intanto, si costruisce la centina, che anticipa visivamente l'ingombro del ponte. È anch'essa in cemento armato, per resistere all'impetuosità del fiume: solo in seguito è completata superiormente da una cassaforma di legno di abete - collocata su apparecchi di disarmo costituiti da cunei di legno - nella quale poi si posizionano le barre di armatura e si getta il calcestruzzo.

Nel frattempo il nuovo ponte prende forma sulla carta. Torniamo al momento successivo alla firma del contratto: il Riparto tecnico di Torino, e in particolare Emilio Giay, capo progetto della commessa, inizia a disegnare la versione del ponte suggerita dal maestro. Si tratta di una soluzione nuova, con pochi riferimenti da imitare. Il modello classico con il voltone portante (che è lo stesso modello ideato dai Romani, reso più ardito nel Medioevo ma mai contraddetto nei secoli successivi per i ponti in muratura) è ormai abbandonato. Si apre la strada a una progettazione libera, piena di nuove idee ma anche pervasa di dubbi sul comportamento del materiale, combinazione variabile di calcestruzzo e armatura di acciaio, il cui funzionamento composito è molto incerto ma le cui potenzialità di manipolazione sono praticamente infinite. Il fermento di questo lavoro progettuale inedito si coglie vivissimo nelle tante lettere ritrovate negli archivi: tra ipotesi, schizzi, abbozzi di calcoli, sfogliando le veline si assiste alla nascita del cemento armato come lo conosciamo oggi.

Alla fine, il 6 gennaio Bentivegna si vede recapitare sulla scrivania il nuovo progetto e si accorge che, nonostante l'assoluta conformità delle forme esterne, il ponte "intimamente" è completamente trasformato rispetto alla versione a base di contratto. Furioso, lo sottopone all'analisi di Parvopassu, sperando che ci capisca qualcosa. Ma la nuova versione non è ovviamente contemplata in nessun manuale e mette molto in difficoltà il giovane consulente.

Come anticipato dalle parole di Danusso, l'arco portante è diventato una voltina sottile, il cui spessore varia da 50 centimetri all'imposta fino ad appena 20 centimetri in chiave. Le costole di irrigidimento longitudinali sono trasformate in 7 pareti sottili parallele; le due più esterne costituiscono i prospetti del ponte. Le pareti, collegate tra di loro da diaframmi ortogonali, sono alzate fino a sorreggere la soletta d'impalcato, anch'essa di 20 centimetri di spessore. Le pareti, incrociandosi tra la voltina e la soletta superiore, formano celle.



Fig. 6 - L'esecuzione della prova di carico con i rulli, a metà aprile del 1911. La centina in cemento armato è ancora in opera (ASPorcheddu)



Fig. 7 - Il ponte del Risorgimento completato, fine 1911. Si noti G. Gatta Castello che saluta in basso a destra (ASPorcheddu)

Il ponte all'interno è dunque una specie di favo di alveare a celle rettangolari: vuoto e quindi leggero ma incredibilmente resistente.

Per confrontare la versione iniziale del progetto e quella nuova, nulla è più significativo che un confronto di numeri: alla firma del contratto le quantità previste da progetto sommano 3508 metri cubi di cemento e 408 mila chilogrammi di ferro; alla fine, invece, saranno impiegati appena 1680 metri cubi di cemento e 635 mila chilogrammi di ferro. Il nuovo ponte pesa circa la metà di quanto inizialmente previsto (4,8 mila tonnellate contro 9,2 mila) ma è molto più ricco di armatura. La spinta si è ridotta a circa 6,4 mila tonnellate a pieno carico, contro le 11,24 mila calcolate inizialmente: anche in questo caso praticamente dimezzata!

Parvopassu solleva mille dubbi e chiede decine di correzioni, che vengono ufficialmente girate alla ditta il 9 marzo successivo.<sup>12</sup> Pur sconcertata dalle modifiche radicali, l'amministrazione è consapevole che l'impresa è l'unica responsabile dell'opera: nel contratto è addirittura precisato che nella "dannata ipotesi" il ponte non garantisca stabilità alle prove di carico, Porcheddu avrà l'onere di ricostruirlo a sue spese e dovrà provvedere anche al transito provvisorio durante l'Esposizione. Così, quando Luigi Somma, ingegnere capo dell'Ufficio speciale del Tevere e dell'Agro romano, protesta animatamente per le modifiche introdotte nella fondazione, Bentivegna non può che ricordargli in modo brusco che qualunque ingerenza nelle scelte progettuali e costruttive non può che sollevare l'impresa dalla sua responsabilità, portando di conseguenza quella responsabilità in carico all'ufficio che pretendesse di imporre altre soluzioni.

Non c'è molto da fare, dunque, se non abbozzare. Un'ultima versione del progetto, consegnata da Chiera il 30 aprile, dopo una lunga visita di Hennebique al sito di cantiere e una serie di «conferenze» agitate con Bentivegna e Parvopassu, corregge alcuni presunti difetti ma ne ribadisce, e anzi accentua, altri: al punto che il vice sindaco chiederà ironicamente di ritornare alla versione precedente.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Cfr. la corrispondenza intercorsa dal 10 febbraio 1910 al 9 marzo 1910 tra Parvopassu, Bentivegna e Porcheddu, con osservazioni al nuovo progetto consegnato (ASCapitolino).

<sup>13</sup> Lettera di Bentivegna a Porcheddu, 8 maggio 1910; lettera di sollecito di Bentivegna a Porcheddu, 3 giugno 1910, con convocazione di riunione per il giorno 12

Il 1° luglio 1910 Sua Maestà il Re Vittorio Emanuele III visita il cantiere: non vede molto, visto che i lavori sono soprattutto in fondazione, ma è un segnale importante di attenzione. Il 15 giugno precedente, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sollecitato da Somma, che non si rassegna, aveva dato parere «non troppo favorevole» al nuovo progetto ma soprattutto invitato il Sindaco a intervenire per verificare le anomalie del cantiere. Ma quando Nathan chiede lumi, Bentivegna non può che rassicurarlo, difendendo l'operato dei suoi uomini, che vigilano «continuamente, attivamente, intimamente», e di conseguenza approvando anche l'agire dell'impresa. Tanto che finalmente il 20 luglio, come da contratto, avendo completato le fondazioni, Porcheddu ottiene il primo acconto di pagamento di 250 mila lire, insieme alla restituzione della cauzione. A fine mese si trasferisce a Roma Giay, che assisterà Gatta Castello nella delicata fase di posa delle armature e dei getti. Nella prima lettera di resoconto che Giay invia a Porcheddu, il 27 luglio, riferisce di come Di Fenizio lo abbia confidenzialmente «messo in guardia dal Parv... in questi giorni assente», che crea sempre «noie»<sup>14</sup>.

Quando tutto è pronto per avviare i getti di calcestruzzo, Hennebique arriva a Roma con un Wagon-Lits di lusso, che impiega 29 ore da Parigi. Soffre di reumatismi e spera che il soggiorno nel «paese del sole» lo aiuterà: invece, a fine settembre, le piogge sono così forti da scatenare una nuova piena del Tevere, che allaga il cantiere. Il 7 ottobre i getti cominciano lo stesso: le foto che celebrano la giornata (anche questa piovosa) immortalano inequivocabilmente la tensione fra impresa e committenza. Il gruppo di uomini guidato da Hennebique (sempre con indosso il suo pesante impermeabile bianco) - Porcheddu, Chiera, Giay e Gatta Castello - appaiono soddisfatti e sorridenti sotto baffi e barba alla moda; Bentivegna, Parvopassu, Di Fenizio e Somma si riconoscono per gli sguardi cupi e i volti preoccupati. Il 2 dicembre Hennebique è di nuovo a Roma e questa volta c'è anche il Sindaco in

giugno; nuova lettera di sollecito di Bentivegna a Porcheddu, 6 luglio 1910 (ASCapitolino).

<sup>14</sup> Lettera di Giay a Porcheddu, 27 luglio 1910 (ASPorcheddu).

cantiere. Sembrerebbe tutto ormai procedere senza più sorprese. E invece proprio adesso, nell'inverno del 1910, il ponte diventa un "mito".

Durante il cantiere c'è infatti spazio per alcuni procedimenti "segreti". Per esempio, le snelle pareti longitudinali della struttura cellulare vengono solcate da "tagli", cioè da interruzioni parziali nel getto, verticali, che dovrebbero favorire il "respiro" del ponte che si dilata e si ritira, quotidianamente e stagionalmente, per effetto dei cambiamenti di temperatura. Per camuffare questi tagli sui due timpani esterni è progettata, a febbraio del 1911, l'eccentrica decorazione a modanature, cartelle e pendagli che "sporca" la modernità dei prospetti. La finitura, economicissima e disegnata frettolosamente, in contraddizione con la sagoma "svelta" del voltone, resta ancora oggi, insieme alla monumentale balaustra, il punto debole dell'immagine del ponte.<sup>15</sup>

Poi, il 27 dicembre, Hennebique invia a Porcheddu una lettera destinata a entrare nella storia dell'ingegneria, in cui gli chiede di «allentare precocemente la centina». Cioè di andare, notte tempo, con una piccola squadra di uomini ben addestrati, a battere i cunei di legno che sostengono la centina fino ad «allentarli». Questo a poche settimane dal getto, a calcestruzzo indurito ma non ancora "maturo", ma "plastico" diremmo oggi. Il ponte si sarebbe dovuto abbassare di pochi centimetri, in modo controllato. Con quali vantaggi? Dice Hennebique: «Così facendo, noi avviciniamo il calcestruzzo, lo serriamo e correggiamo in anticipo i piccoli difetti delle riprese di getto e dei giunti verticali. L'acciaio precedentemente compresso dall'accorciamento sarà meglio disposto a resistere alla compressione supplementare». Queste parole quasi magiche, accompagnate da qualche schemino, sembrano mettere in campo una conoscenza intima del materiale e soprattutto la fiducia che il ponte, da solo, sappia trovare una configurazione di equilibrio "ottima", correggendo eventuali errori di progetto.

Ma, prima che la manovra venga attuata, succede l'imprevedibile. Il 29 dicembre 1910, durante una piena, il battello a vapore "Eugenia", a pieno carico, per una "falsa" manovra urta una delle stilate

<sup>15</sup> La decorazione, disegnata da Giovanni Clemente della ditta Carlo Musso di Torino, sarà realizzata in finto travertino dall'ingegnere Emanuele Rutelli dello Studio tecnico artistico dell'architetto Paolo Bonci di Genova.

centrali della centina, tranciandola in parte, e affonda. I naufraghi vengono messi in salvo dagli operai del cantiere.

A causa dell'incidente, si decide di non rischiare ulteriormente stuzzicando in segreto la centina. Hennebique insiste, Porcheddu indugia, rimandando più volte l'operazione: per via della pioggia, poi delle piene, poi del primo passaggio ufficiale del Re sul ponte, avvenuto il 4 marzo. E così si arriva al disarmo ufficiale, l'11 aprile. Nessun allentamento precoce, dunque, ma la leggenda finirà per raccontare un'altra versione.

Pochi giorni dopo il disarmo, sono fatti transitare, su e giù, 7 rulli compressori a vapore: alla fine di queste prove dinamiche, cui presenziano anche Hennebique e Bentivegna, il ponte viene ufficialmente consegnato all'Amministrazione.

L'8 maggio cominciano allora le prove di carico più rigorose, prescritte dal capitolato, alla presenza della commissione di collaudo, che include ancora Ceradini, al quale è affiancato Camillo Guidi, già allievo di Ceradini stesso ma ormai professore al Politecnico di Torino, primo in Italia nel 1900 a introdurre nelle sue *Lezioni sulla scienza delle costruzioni* anche un'appendice sulle costruzioni di cemento armato. Porcheddu è stato, a sua volta, allievo di Guidi: al termine delle prove, commenta che il cemento armato ha sopportato tutto con la sua "tradizionale indifferenza".

Però, per recuperare il battello Eugenia, Somma chiede, dopo il collaudo, che non venga smantellata la parte centrale della centina di cemento armato, che può così essere utilizzata per il sollevamento: nell'opinione pubblica, e forse anche nelle intenzioni del perfido Somma, il mantenimento della centina sarà interpretato come una mancanza di fiducia nella stabilità del ponte, come se l'Amministrazione ne temesse il crollo durante l'Esposizione. Il residuo di centina, per altro, resta in opera così a lungo da essere immortalato sotto al ponte nelle foto pubblicate da quasi tutte le pubblicazioni italiane, ancora fino a tempi recenti, impedendo di percepirne l'arditezza.

L'11 maggio, alle 13:30, proprio nella «caldura dell'ora meridiana», sono tutti presenti alla cerimonia d'inaugurazione: oltre alla società Porcheddu al gran completo, con il Presidente e l'Amministratore, e naturalmente Hennebique, c'è anche mezzo municipio, tra

sindaco, assessori, consiglieri, segretario generale e uomini dell'ufficio tecnico, poi Somma, ma anche il direttore della Banca d'Italia, alcuni membri del Consiglio superiore dei lavori pubblici e altre personalità. Il Sindaco pronuncia poche parole: il ponte è «dovuto all'audacia dell'amministrazione comunale, all'audacia degli ingegneri, all'audacia degli esecutori [...] ecco a chi spetta l'alloro del trionfo»<sup>16</sup>. Il Sindaco battezza il ponte, che si chiama «del Risorgimento» e a questo punto, teatralmente, passa il Re, sceso da Valle Giulia per andare a inaugurare i padiglioni regionali a piazza d'Armi: fa fermare l'automobile, chiede notizie sul collaudo, si complimenta, stringe le mani a tutti e fa procedere l'automobile che attraversa il ponte, tra l'entusiasmo dei presenti.<sup>17</sup>

Hennebique fa eseguire anche, con intento "pubblicitario", una prova di carico a vibrazione, ottenuta ripetendo colpi ritmati, i cui effetti sono considerati peggiori del terremoto. Se ne comincia a scrivere già a metà marzo, ma servono truppe militari di uomini disarmati, da far marciare a passo "ginnastico". Chiera fa quello che può per ottenerle ma sembra una missione impossibile: alla fine tutto si sblocca grazie all'intervento di Mario Chiaraviglio, consigliere di amministrazione della società Porcheddu e soprattutto genero del "tout puissant" Giovanni Giolitti, da marzo del 1911 Presidente del Consiglio<sup>18</sup>. Le prove si svolgono infine il 17 luglio, di mattina e di pomeriggio. Hennebique dirige il coreografico balletto di uomini, crescenti in proporzione aritmetica da 30 fino a 990, ben allineati in 15 file, che passano 74 volte da una sponda all'altra, con cadenza ritmata dalla musica. E il ponte risponde a meraviglia, rivelando elasticità perfetta e rigidità monolitica e dimostrando incontrovertibilmente l'assoluta superiorità ai ponti metallici, che a parità di trattamento avrebbero subito enormi oscillazioni.

<sup>16</sup> *L'apertura dell'audace ponte Flaminio*, "Il Giornale d'Italia", 12 maggio 1911.

<sup>17</sup> *Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia*, 113, 13 maggio 1911, sezione *Cronaca italiana*, p. 2718.

<sup>18</sup> Due fratelli Chiaraviglio, Dino e Mario, sposano due figlie di Giolitti. Sull'intervento risolutivo di Chiaraviglio, cfr. Lettera di Porcheddu a Hennebique, 4 giugno 1911 (ASBAH).

Il Ponte del Risorgimento costituisce una delle maggiori attrattive dell'Esposizione e uno dei più importanti ricordi dell'evento. Se il pubblico manifesta chiaramente la fascinazione suscitata dalla sfida alla forza di gravità, sono soprattutto gli scienziati a fare dell'opera «una specie di mito»<sup>19</sup>, per cui nei decenni a seguire nessun progettista di ponti potrà fare a meno di confrontarsi con il «tipo Risorgimento». Le pubblicazioni sull'opera si susseguono, in tutte le lingue, basate su documenti più o meno «apocrifi»: prima solo articoli di semplice descrizione; poi saggi puntuti per dimostrarne l'irrazionale progettazione cui seguono risposte per giustificarne invece l'evidente ottimo comportamento; poi, tanti commenti da parte di progettisti, anche solo per rimarcare la distanza presa nei loro progetti dal modello incriminato.<sup>20</sup>

La discussione è principalmente intorno ai calcoli: che teoria è stata seguita per il dimensionamento? Quella empirica di Hennebique, notoriamente sbagliata? E se si utilizza la teoria elastica da normativa, invece, che succede?

Il 27 maggio 1912 la commissione di collaudo consegna la sua relazione finale che non nega che «da accurati studi eseguiti dal consulente tecnico del comune prof. Parvopassu, dei quali la commissione collaudatrice apprezza il grande valore scientifico tecnico, risultano in alcune parti della costruzione sforzi interni unitari per beton e pel ferro, i quali [...] sorpassano di molto i limiti concessi dal Regolamento». La commissione si sente di giustificarli con l'incertezza della teoria di calcolo anche perché questi sforzi anomali sono contraddetti dalle modeste deformazioni riscontrate durante le prove di carico. La relazione si chiude con la frase di rito: «la commissione dichiara l'opera meritevole di collaudo e collaudata»<sup>21</sup>.

Appena chiuso l'iter ufficiale, la rivista tecnica tedesca «*Armierter Beton*» ospita un articolo divenuto poi celebre, a firma di un ingegnere di Berlino, Henri Marcus, che dimostra, con calcoli rigorosi, che il ponte presenterebbe in più punti tensioni di compressione del

<sup>19</sup> V. FRANCIOSI, *Lezioni di ponti*, Editori Pellerano del Gaudio, Napoli s.d. [1963?], p. 176.

<sup>20</sup> Per la bibliografia completa, cfr. IORI - SAVONE, *La costruzione di un mito* cit.

<sup>21</sup> «Relazione di collaudo del ponte del Risorgimento sul Tevere a Roma», 27 maggio 1912 (ASCapitolino).

calcestruzzo e di trazione nel ferro di gran lunga superiori a quelle stabilite dalla normativa e comunque non sopportabili dal materiale in sicurezza. Marcus alla fine non si capacita di come il ponte non sia ancora crollato.

È questo l'articolo che Silvio Canevazzi, professore di Scienza delle costruzioni all'Università di Bologna, legge in classe ai suoi studenti - tra cui c'è Pier Luigi Nervi, il più famoso ingegnere italiano del Novecento, che amerà ricordare più volte l'aneddoto<sup>22</sup> - mettendo in guardia i suoi allievi dal riservare troppa fiducia in una teoria così palesemente in contraddizione con la realtà.

Ma se la teoria elastica condanna il ponte, che cosa lo tiene su allora? Un vero mistero.

Solo a più di 20 anni dall'inaugurazione, quando ormai il ponte ha dimostrato con i fatti il proprio valore, Danusso, divenuto ormai il più autorevole esponente italiano della teoria delle strutture, decide di tornare su questo *cold case*. Lo fa in coda al suo articolo più famoso, del 1934, intitolato «Le autotensioni»<sup>23</sup>, rivelando di non aver mai dimenticato la magia di quel lontano fine settimana del 1909. Danusso ipotizza che nel ponte del Risorgimento sia intervenuto un “correttivo” plastico.

Molto sinteticamente: alcune sezioni del ponte erano effettivamente troppo sollecitate, per esempio la chiave dell'arco. L'opera, spontaneamente, si è adattata ai carichi grazie all'intervento di deformazioni oltre la fase elastica, entrando in una nuova fase molto 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”. Danus-

<sup>22</sup> Cfr. P.L. NERVI, “Propos sur la philosophie des structures”, registrazione della conferenza tenuta all'EPFL di Losanna il 14 novembre 1970 (conservata nel fondo Pier Luigi Nervi, Centro Archivi MAXXI, Roma). L'episodio è citato anche in P.L. NERVI, *Costruire Correttamente*, Hoepli, Milano 1955, p. 8; P.L. NERVI, *Structures*, F.W. Dodge, New York, p. 15; D.P. BILLINGTON, *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, Princeton University Press, Princeton 1983, p. 176.

<sup>23</sup> A. DANUSSO, *Le Autotensioni. Spunti teorici ed applicazioni pratiche*, in *Rendiconti del seminario matematico e fisico di Milano*, VIII (1934), pp. 217-246.

so paragona il comportamento del ponte a quello di una società “giusta”: «la deformabilità elastica tende a distribuire gli oneri in armonia con le attitudini resistenti e quando, malgrado ciò, gli oneri in qualche parte si aggravano, interviene il correttivo plastico a migliorare la situazione. La costruzione si comporta dunque analogamente a una società bene ordinata che ha per fondamento la giustizia distributiva, integrata e perfezionata dalla carità»<sup>24</sup>.

Per alimentare il mito, nel marzo del 1942 la rivista “Il cemento armato” intervista Giay il quale, liberato ormai dal vincolo del silenzio per la morte di Hennebique e di Porcheddu, fa trapelare alcune notizie “inedite” sul ponte, in particolare relative all’allenamento precoce della centina, «fatto che non fu reso pubblico a quel tempo e ben se ne comprendono le ragioni ma positivamente avvenuto e che ha favorevolmente contribuito al buon adattamento plastico dei getti nelle sezioni più cementate»<sup>25</sup>. Ecco: la leggenda è servita. Vincenzo Franciosi, celebre professore di Costruzione di ponti alla scuola di Napoli, nelle sue dispense ancora negli anni sessanta, racconterà: «La figura del costruttore che col favore delle tenebre allontana i cunei della centina per disarmare la struttura prima della data prescritta è sicuramente uno dei ricordi più vivi della carriera di ogni studente»<sup>26</sup>.

Una leggenda che, come spesso succede ai falsi, ha comunque avuto un ruolo nella storia, influenzando in seguito i caratteri peculiari della Scuola italiana di ingegneria.<sup>27</sup>

E ci piace immaginare Nervi osservare il ponte dalle finestre della sua casa-studio, a lungotevere Arnaldo da Brescia: indifferente alle critiche e al passare del tempo, il ponte gli ricordava ogni giorno che il cemento armato era «il più bel sistema costruttivo che l’umanità

<sup>24</sup> DANUSSO, *Intuito e scienza nel cemento armato* cit.

<sup>25</sup> A. GOFFI, *Notizie inedite sulla costruzione del Ponte del Risorgimento in Roma, in Il cemento armato - Le industrie del cemento*, 3 (1942), pp. 29-31.

<sup>26</sup> FRANCIOSI, *Lezioni di ponti* cit.; cfr. anche A. RAITHEL, *Costruzioni di ponti*, Luigi Editore, Napoli 1977, pp. 215-216.

<sup>27</sup> Per i caratteri identitari della scuola italiana di ingegneria, cfr. la serie di volumi: T. IORI - S. PORETTI, *SIXXI. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma, 1-5, 2014-2020.

abbia saputo trovare», misterioso nel comportamento ma con potenzialità ancora inesplorate. E ricordava quella lontana lezione del suo professore bolognese che leggeva l'articolo di un tedesco predire il crollo imminente di un ponte sul Tevere. Che oggi è ancora lì, a servire la città, e ha bisogno urgente di manutenzione.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Nel 1944 si osservano sul ponte, ancora sottoposto a regolari controlli, lesioni in corrispondenza delle spalle che sono risarcite con cuciture trasversali; nel marzo 1953 si evidenziano nuove crinature ai margini della zona risarcita. Avvicinandosi le Olimpiadi di Roma 1960, il ponte è sottoposto a un controllo straordinario e nel 1959 viene eseguito un rilievo del quadro fessurativo. Nel novembre 1961 si decide di eliminare il ponte dal percorso della *Circolare rossa* e di eseguire lavori di restauro a seguito dei quali, nel 1967, si esegue una nuova prova di carico. Poi tra il 1981 e il 1983 si misurano le elongazioni per cambiamenti di temperatura; poi più nulla fino al 1997 quando, nel piano di interventi per il grande Giubileo del 2000, viene incluso il restauro delle finiture esterne e il ripristino la balaustra, molto degradata. Non si hanno notizie di successivi interventi strutturali, nemmeno in occasione del centenario del ponte.