

Strutture in forma. La rappresentazione del progetto di ponti e viadotti nell'opera di Silvano Zorzi

Gianluca Capurso

Abstract

Il contributo espone i risultati di un'indagine sull'uso della rappresentazione grafica dei progetti di ponti e viadotti nell'attività di Silvano Zorzi, figura centrale della Scuola italiana di Ingegneria del Novecento, condotta nell'ambito della ricerca SIXXI - XX Century Structural Engineering: the Italian Contribution (ERC Advanced Grant, PI: Sergio Poretti, Tullia Iori).

L'obiettivo è mettere in luce il ruolo del disegno come mezzo per rendere visibile la logica interna della struttura progettata e in particolare la coerenza tra forma, comportamento statico e processo costruttivo. L'analisi è basata, oltre che sulla bibliografia disponibile, soprattutto sulla documentazione conservata nel Fondo Zorzi presso l'archivio del Politecnico di Milano e in numerosi altri archivi di committenti e imprese di costruzione. Attraverso questi materiali, il saggio indaga come Zorzi, designer strutturale, faccia uso della rappresentazione – dallo schizzo preliminare al dettaglio esecutivo – non soltanto come strumento critico di controllo, per descrivere e validare soluzioni tecniche, ma anche per esprimere la logica, razionale ed estetica insieme, che regola la forma strutturale.

Parole chiave: storia dell'ingegneria strutturale, infrastrutture, viadotti, cantieri, cemento armato.

Introduzione e stato dell'arte

Silvano Zorzi (Padova 1921 - Milano 1994) è uno dei principali Maestri della Scuola italiana di Ingegneria strutturale, nella cui storia – ricostruita nell'ambito della ricerca SIXXI [1] – spicca per la sua identità di ingegnere-designer, che disegna strutture e, in particolare, ponti dalle linee essenziali, oggetti progettati alla scala del paesaggio, inseriti armonicamente nell'ambiente. Per ottenere la straordinaria qualità formale delle sue opere sfrutta tutte le potenzialità dei materiali da costruzione, dedicandosi fin da subito al calcestruzzo armato e, in particolare, alla sua versione precompressa: realizza così strutture eleganti, dal profilo sottile, che superano fiumi e strade con luci che non sembrano nemmeno compatibili con le dimensioni dei piloni e degli impalcati [2].

Questo contributo propone un'indagine sull'uso della rappresentazione grafica relativamente ad alcune sue strutture significative, basata sul materiale grafico e fotografico, prevalentemente inedito, conservato nel Fondo Zorzi presso l'archivio del Politecnico di Milano e in numerosi altri archivi di committenti e imprese di costruzione, oltre che sulla bibliografia esistente sull'attività dell'ingegnere. L'analisi sviluppata in questo articolo è circoscritta alla progettazione di ponti e viadotti, che costituiscono la parte più significativa della sua attività da ingegnere [Zorzi 1981; Iori, Capurso 2019], e al nesso tra rappresentazione grafica, concezione statica e logica costruttiva. Quest'ultimo tema risulta, in particolare, non specificamente indagato nella letteratura scientifica.

Negli elaborati esecutivi si vede così materializzarsi l'evoluzione dell'approccio di Zorzi al progetto delle infrastrutture nelle varie fasi della sua lunga attività, mettendo in luce il ruolo del disegno come mezzo per rendere visibile la logica progettuale della struttura e in particolare la coerenza tra forma, comportamento statico e processo costruttivo.

Progetto e costruzione

Per i protagonisti della Scuola italiana di Ingegneria strutturale il disegno ha un ruolo intimamente connesso alla costruzione e alle loro invenzioni: Pier Luigi Nervi (1891-1979) lo usa non tanto per rappresentare il risultato finale ma per spiegare agli operai della sua impresa – la Ingg. Nervi e Bartoli – come realizzare operativamente le migliaia di piccoli elementi dell'originale sistema costruttivo, basato sulla prefabbricazione strutturale e sul ferrocemento, con cui "monta" le magnifiche cupole che lo rendono famoso in tutto il mondo. Gli elaborati di Riccardo Morandi (1902-1989) entrano in un tale dettaglio su posizioni e bloccaggio dei cavi di precompressione con cappi e curve sinuose che sembra di vederne la coazione già sulla carta, come poi nei suoi originali cavalletti strallati. Sergio Musmeci (1926-1981) ha le sue difficoltà a rappresentare in pianta, prospetto e sezione le proprie "forme senza nome", che rifiutano le forme note e che nascono prima come bolle di sapone e poi come modelli fisici e solo alla fine sono trasposte sul foglio da disegno.

E nel caso di Zorzi?

In quale modo il controllo e la verifica della forma strutturale offerta dal disegno consente al suo studio e poi alla sua società, la In.Co. - Ingegneri Consulenti, di assicurare l'elevata qualità tecnica e formale delle sue opere?

La rivista *Casabella*, nel 1983 ospita un articolo scritto dallo stesso Zorzi sulla sopraelevata per la statale Pontebbana, introdotto da alcune considerazioni scritte da Giacomo Polin (1956) [Zorzi 1983]. Ad accompagnare efficacemente la presentazione, Zorzi utilizza cinque sezioni trasversali di ponti (fig. 1) – semplici schizzi, schematici e semplificati – che mostrano quale sia la direzione della sua ricerca formale e tecnologica nel progetto dei viadotti: dalle più banali travi prefabbricate su piloni massicci a sezione costante, passando per soluzioni sempre più leggere ed essenziali fino a quella a piastra monolitica, minimale, a sezione raccordata con la pila, scelta proprio per il viadotto della Pontebbana. Non sono però tanto gli schizzi a dominare

l'articolo inconsueto sulla colta rivista di architettura, quanto i disegni tecnici: tracciati stradali, profili e livellette, sezioni costruttive che comparano le banali soluzioni poste a base di gara con quelle poi progettate e realizzate dallo stesso Zorzi, e soprattutto schemi costruttivi che illustrano ingegnosi procedimenti di cantiere, attuati grazie all'uso di innovative attrezzature. Insieme alle belle foto di cantiere e dell'opera realizzata, sono questi elaborati a riempire le pagine, a testimoniarne l'interesse di questi anni della cultura architettonica per la concezione strutturale ma anche dell'intima connessione tra il disegno e la costruzione nell'attività di Zorzi.

Analizzando quindi non tanto gli schizzi ideativi, quanto gli elaborati dei progetti esecutivi, sviluppati dai bravissimi partner di studio – da Giorgio Macchi (1930-2023) a Sabatino Procaccia, a Lucio Lonardo fino ad Aldo Muller – che sottoscrivono con Zorzi numerosi progetti e accompagnano il suo nome in occasione delle presentazioni sulle riviste specializzate, la produzione grafica di Zorzi va considerata come inscindibile da quella prodotta dallo studio, prima, e poi dalla In.Co..

Ponti nel paesaggio

Costretto ad abbandonare gli studi durante la Seconda Guerra Mondiale, rifugiatosi in Svizzera dove diventa allievo di Gustavo Colonnetti (1886-1968) e poi laureatosi alla fine della guerra, Zorzi ha 35 anni quando vince l'appalto concorso con l'impresa Rizzani, per il primo importante ponte dell'Autostrada del Sole, quello che scavalca il Po a Piacenza, in località Mortizza (fig. 2). Finito a marzo del 1959, il ponte è una struttura semplice: 16 travi di 75 m di luce ciascuna, di cemento armato, precompresso con il sistema BBRV, importato dalla Svizzera, semplicemente appoggiate sulle pile.

Gli elaborati del progetto costruttivo rappresentano con dovizia di particolari la geometria delle pile e delle travi e la disposizione dei cavi di precompressione, ma nel fascicolo compare anche una prospettiva di insieme del ponte che, preparata certamente da un collaboratore di studio, permette di verificare il rapporto visivo tra le parti della struttura – pile e travate – e l'effetto complessivo della successione delle campate, tutte uguali, mentre lo sfondo della vegetazione del fiume è appena accennato.

L'uso frequente delle viste prospettive, forse richiesto dalle stazioni appaltanti per la valutazione degli interventi,

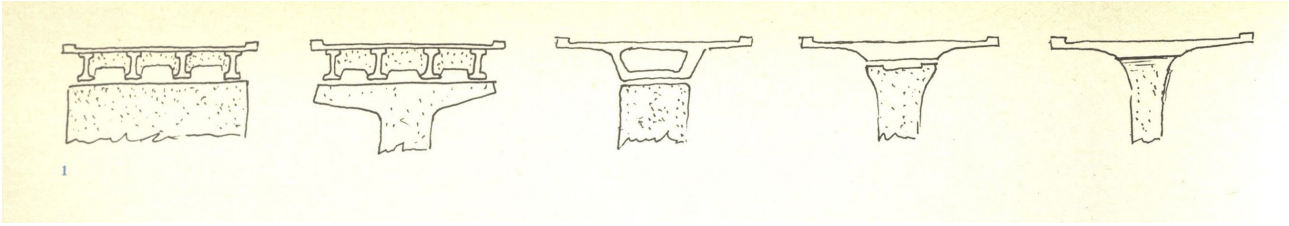


Fig. 1. Schemi di sezione trasversale per viadotti (Archivio Storico Politecnico di Milano, fondo Silvano Zorzi, Milano).



Fig. 2. Ponte sul Po, progetto esecutivo. Prospettiva (Archivio Storico ANAS, Cesano).

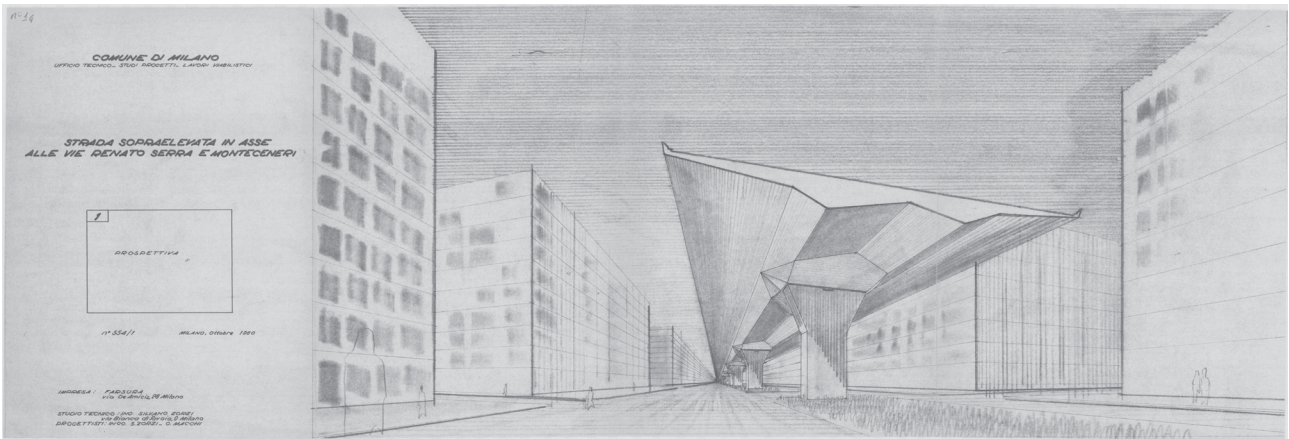


Fig. 3. Strada sopraelevata in asse alle vie Renato Serra e Monte Ceneri, progetto esecutivo. Prospettiva (Archivio Comunale di Milano, Settore Tecnico Infrastrutture, Milano).

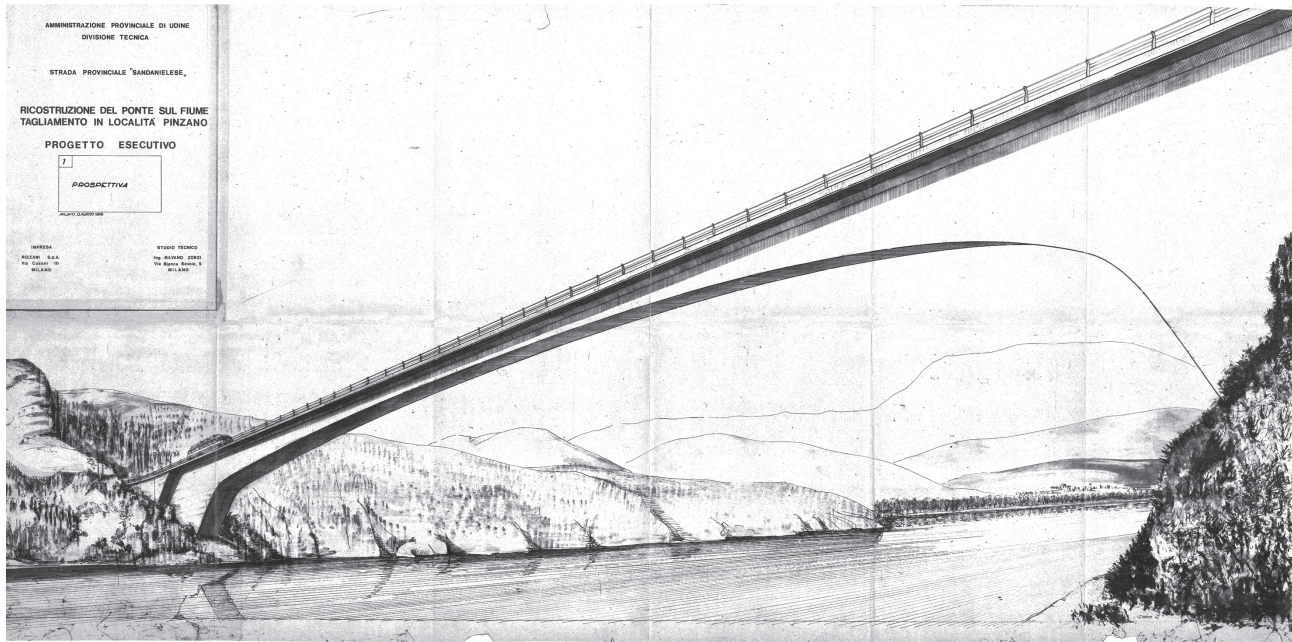


Fig. 4. Ponte sul fiume Tagliamento in località Pinzano, progetto esecutivo. Prospettiva (Archivio Storico In.Co. S.p.A., Roma).

dimostra anche l'attenzione di Zorzi per verificare la bontà delle soluzioni formali. Prospettive sono quindi elaborate dallo studio e poi dalla In.Co. in occasione di procedure di selezione pubbliche: si tratta spesso di viste dal basso o laterali, scorciate e ravvicinate. Quella che accompagna gli elaborati esecutivi della sopraelevata di Milano tra i viali Renato Serra e Monte Ceneri (1960) insiste sull'articolata composizione di superfici della pila e dell'intradosso dell'impalcato (fig. 3) e introduce alla raffinata vista in ipografia che illustra la disposizione delle assi dell'artigianale cassaforma di legno, la cui impronta sarà economicamente lasciata a vista. Un'opera pensata per far funzionare il traffico veicolare sopra l'impalcato, ma anche per essere guardata da sotto, dalla quota dei pedoni. La prospettiva che apre il fascicolo del progetto esecutivo del ponte sul Tagliamento a Pinzano (1968-1969), che aggiorna quella presentata in sede di appalto concorso, analizza la percezione dell'osservatore posto su una sponda del fiume e sottolinea l'eleganza della linea ad arco portale (fig. 4).

Una vista prospettica in apertura di fascicolo è scelta anche per illustrare il visionario progetto per il ponte di Guayllabamba (1968), in occasione della presentazione del progetto all'appalto concorso bandito dal Ministero delle Opere Pubbliche dell'Ecuador per la Carretera Panamericana Quito-Tulcan ed elaborato in collaborazione con Leonardo (fig. 5). Il ponte è immaginato come un nastro teso di cemento armato precompresso, di appena 30 cm di spessore, sospeso tra le due rive, distanti ben 300 m e sagomato sulla geometria di una catenaria dalla freccia ridotta, il cui funzionamento è poi descritto negli altri elaborati, in pianta, prospetto e sezione del fascicolo inviato alla gara. Secondo tali disegni, che rappresentano con verosimiglianza una struttura probabilmente impossibile da costruire, l'impalcato, da realizzare con cavi inguinati e poi iniettati a formare l'armatura di sostegno e di precompressione, sarebbe stato successivamente completato per segmenti, gettati grazie a una speciale centina e poi precompressi trasversalmente [Capurso, Martire 2017, pp. 98-115].

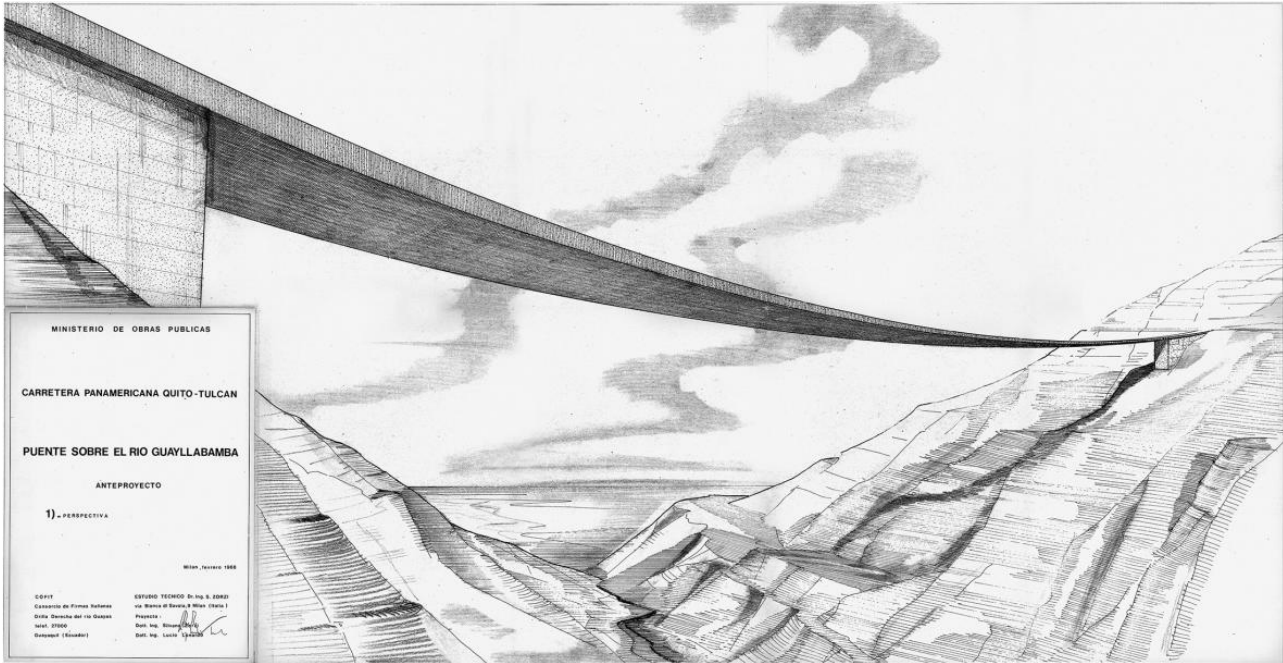


Fig. 5. Ponte sul fiume Guayllabamba, progetto di concorso. Prospettiva (Archivio Storico Politecnico di Milano, fondo Silvano Zorzi, Milano).

Dunque prospettive di ponti, per niente consuete negli archivi degli strutturisti, in cui si mettono in risalto, con mirati chiaroscuri e ombreggiature, i bordi, i confini, valorizzando l'essenzialità grafica delle opere, spesso ridotte a pochi elementi giustapposti: sembra di vedere il disegno di presentazione di una lampada o di una libreria, invece che di un'opera funzionale e "brut", come un viadotto.

Disegnare per il calcolo e per il montaggio

Nell'attività di Zorzi il disegno ha costituito anche uno strumento di supporto al calcolo analitico. Nel 1961, per il completamento del tracciato dell'Autosole, progetta altri due ponti, stavolta ad arco, entrambi sull'Arno e realizzati dall'impresa Astaldi, a Incisa e a Levane.

Per il primo, in particolare, accosta due archi portali in cemento armato precompresso, di 104 m di luce costruito

su spettacolari castelli di tubi Innocenti. L'analisi delle sollecitazioni è qui condotta mediante il tracciato delle linee di influenza delle incognite iperstatiche, utilizzando il metodo dell'ellisse di elasticità (fig. 6). I calcoli sono sviluppati per via analitica, ma la rappresentazione grafica ne consente una verifica di coerenza e congruenza dei valori, utile anche per l'approvazione del progetto da parte delle amministrazioni competenti. La verifica delle fondazioni, poi, è condotta con un vero e proprio metodo grafico, usando il poligono funicolare. L'approccio misto al calcolo, analitico e grafico, sarà adottato a lungo nell'attività di Zorzi, ritrovandosi anche nel fascicolo del viadotto Gorsexio in Liguria, costruito a metà degli anni Settanta.

Quelli di Incisa e Levane sono tra gli ultimi ponti ad arco realizzati per un tracciato autostradale in Italia. Le ragioni sono tante: la nuova normativa antisismica scoraggia le strutture spingenti; le Soprintendenze ai Beni culturali iniziano a considerare il ponte ad arco troppo "ingombrante" nel



Fig. 7. Ponte dell'Autostrada del Sole a Incisa, in costruzione (Archivio Storico In.Co. S.p.A. - Milano).

di montaggio degli elementi, che dovranno essere assemblati per costituire gli impalcati dei viadotti. Negli anni Sessanta Zorzi svolge anche un'assidua attività di divulgatore, tenendo conferenze su invito e scrivendo articoli per riviste specialistiche, come *Autostrade* e *L'Industria Italiana del Cemento*. Nell'illustrazione delle modalità realizzative adottate per i viadotti Mulinaccia, Bellosguardo, Baccheraia, Goccioloni I e Goccioloni II, sull'Autostrada del Sole per il V e VI lotto della Zona di Firenze (1959-1960), per esempio, l'ingegnere impiega, insieme alle foto di cantiere, schemi grafici, evidentemente estrapolati dagli elaborati di progetto, che comunicano le caratteristiche delle strutture e gli innovativi procedimenti di montaggio adottati (fig. 8). Così, oltre che per descrivere la disposizione delle armature, dei cavi di precompressione, la sagoma degli alloggiamenti della testa dei cavi nella trave, il disegno è utilizzato ora per mostrare lo "schema delle operazioni elementari per il varo" delle travi dei viadotti. Ne sono elaborate due versioni distinte, per diverse parti dell'infrastruttura: uno che prevede un piazzale di prefabbricazione e trasporto su carrelloni; l'altro con getto delle travi su centina di servizio appoggiata sulle strutture già realizzate e successivo varo trasversale: un'invenzione di Zorzi e dell'impresa costruttrice per ovviare all'indisponibilità degli spazi per installare il cantiere di prefabbricazione.

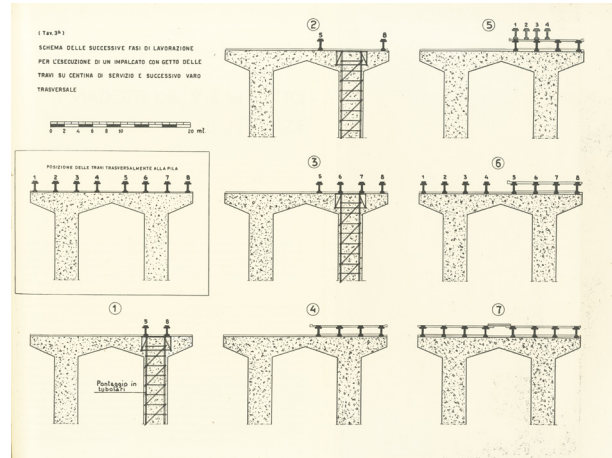


Fig. 8. Ponti dell'Autostrada del Sole al Mugello, schema fasi della costruzione (Archivio SIXXI).

Disegni per officine mobili

La prefabbricazione sembrerebbe, comunque, lasciare poco spazio alla progettazione e alla ricerca sulla forma della struttura. In questi anni l'ingegnere si dedica perciò a reinventare il cantiere, riuscendo a disegnare nuovi capolavori [Zorzi, 1968]. Distinguendosi dai suoi colleghi che operano negli stessi anni, Zorzi affermerà che: «L'opera da realizzare deve infatti certamente essere la più funzionale, ma nel contempo essa deve configurarsi anche come un armonico e durevole inserimento nell'ambiente e costituire una visione di per sé appagante» [Zorzi 1981, pp. 11-12]. Solo razionalizzando e industrializzando il cantiere Zorzi può recuperare, nel nuovo contesto, la qualità e la flessibilità del getto in opera, cui non intende rinunciare. Introduce così in Italia due macchine speciali, importate dalla Germania ma adattate al cantiere italiano: la centina autoarante e il carrellone scorrevole.

La prima è una piccola officina mobile, coperta, che si appoggia sulle teste dei piloni e scivola avanzando da un pilone all'altro [Blandino 2014, pp. 104-113]. L'uso è conveniente quando le pile si ripetono tutte uguali, come nelle sopraelevate urbane e nei viadotti per le strade di scorrimento realizzate fuori città. Anche in queste esperienze la strada pensile è come un portico: l'intradosso

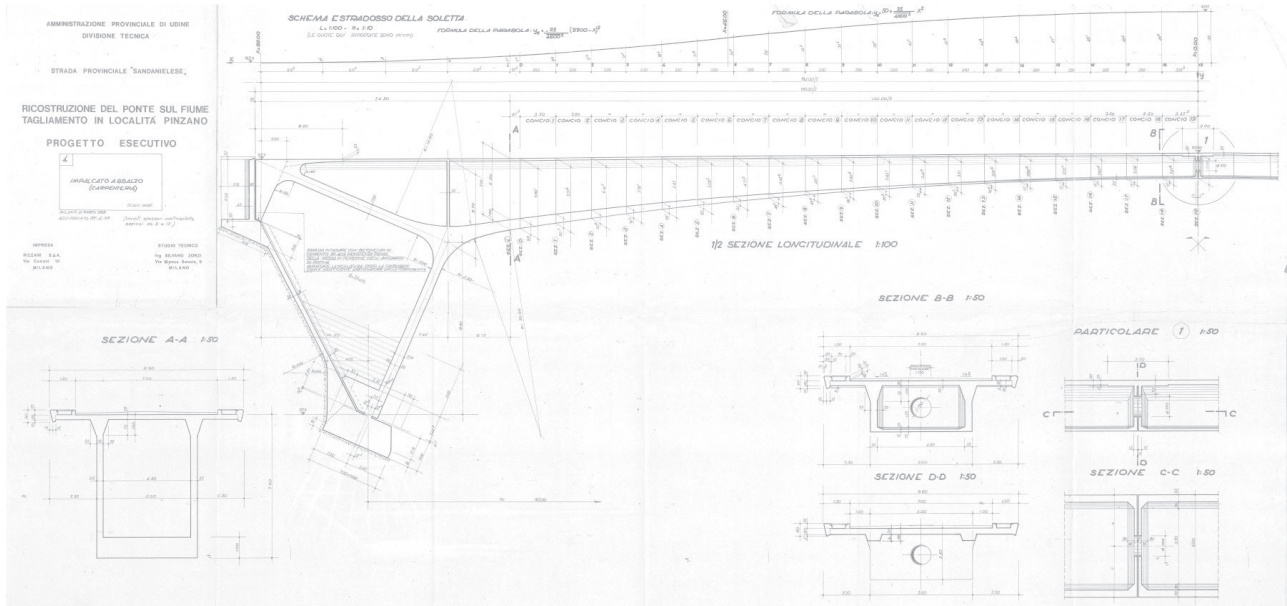


Fig. 9. Ponte sul fiume Tagliamento in località Pinzano, progetto esecutivo. Impalcato a sbalzo. Carpenteria, sezione longitudinale (Archivio Storico In.Co. S.p.A., Roma).



Fig. 10. Ponte sul fiume Tagliamento in località Pinzano, in costruzione (Archivio Storico Politecnico di Milano, fondo Silvano Zorzi, Milano).



Fig. 11. Viadotto Gorsexio a Voltri per l'autostrada Voltri-Alessandria (Archivio Storico Cooperativa Muratori & Cementisti C.M.C., Ravenna).

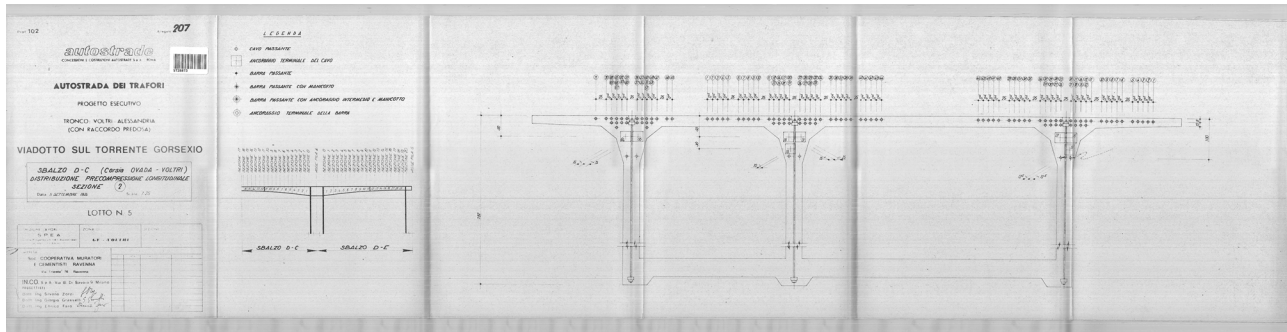


Fig. 12. Viadotto Gorsexio a Voltri per l'autostrada Voltri-Alessandria. Progetto esecutivo, sezione trasversale (Archivio Storico Cooperativa Muratori & Cementisti C.M.C., Ravenna).

deve essere bello, perché si apprezza da sotto. Zorzi è abile a disegnare pile snelle e sagomate, centrali alla piastra di impalcato che si apre a mensola, assottigliandosi ai bordi. Per la realizzazione di queste opere, tra cui spicca per arditezza il viadotto Teccio a Cadibona per l'autostrada Torino-Savona (1974), lo studio di Zorzi è impegnato anche nella progettazione del funzionamento delle macchine. Gli elaborati, sviluppati insieme a ditte specializzate, analizzano e validano gli schemi di montaggio e di avanzamento delle attrezzature utilizzate, che diventano centrali per la buona esecuzione delle opere.

Con il carrellone scorrevole, invece, Zorzi realizza ponti con la tecnica del "poco a poco". Rispetto all'immagine unitaria della struttura che si ottiene al termine della costruzione, i disegni dei progetti esecutivi devono precisare la dimensione dei conci da gettare, fatti per poter essere sostenuti dalla macchina di cantiere fino a quando il conglomerato raggiunge una sufficiente resistenza meccanica, nonché il tipo e la disposizione delle barre di precompressione, ormai quasi sempre di tipo Dywidag. L'ingegnere adotta i carrelloni scorrevoli per la prima volta nel 1967, in una serie di viadotti lungo l'autostrada Azzurra in Liguria, da Genova a Rapallo e poi per il citato ponte sul Tagliamento a Pinzano (figg. 4, 9, 10). Le analisi in prospetto, pianta e sezione mostrano le particolari soluzioni costruttive definite da Zorzi: l'attenta modellazione delle membrature cementizie, l'andamento delle barre punto per punto, le soluzioni speciali per ottenere le cerniere in chiave al ponte e la configurazione a tre cerniere che assicura l'eccezionale linea della struttura. Con la stessa tecnica realizza l'impalcato del Gorsexio (figg. 11, 12), uno dei suoi

ultimi capolavori. Innalzato sulle vertiginose pile a sezione lamellare, la definizione delle fasi costruttive impegna a lungo i disegnatori dello studio: servono 20 dettagliatissime sezioni per ciascuna semicampata per descrivere l'esatta disposizione di tutti i dispositivi necessari alla precompressione: cavi passanti, ancoraggi delle barre passanti, con manicotto e con ancoraggio intermedio, ancoraggi terminali, la cui posizione è continuamente variabile all'interno della trave. Una progettazione tecnologica minuziosa e raffinata, che rivela il tentativo di Zorzi di conservare, nelle proprie opere, il suo distintivo tratto minimalista, la leggerezza strutturale, costruttiva e figurativa tipica del suo approccio alla progettazione. Zorzi è cosciente dell'anacronismo, tanto che all'inizio degli anni '80, mentre nei cantieri delle infrastrutture italiane restano irrisolti i temi della qualità formale dei progetti e della permanenza delle opere nell'ambiente, afferma che il progettista responsabile, che abbia a cuore l'espressione essenziale della struttura e la sua corretta esecuzione, in un «clima di grande competitività e a fronte di Committenti per lo più distratti», si troverà, purtroppo, «sovente solo» [Zorzi 1981, p. 35].

Conclusioni

L'analisi della rappresentazione del progetto nell'opera di Silvano Zorzi consente di riconoscere come il disegno abbia rappresentato un dispositivo critico capace di rendere visibile l'intima connessione tra logica strutturale, processo costruttivo e qualità formale. Nei progetti di ponti

e viadotti, gli elaborati grafici non si limitano a registrare soluzioni tecniche, ma traducono un pensiero progettuale che integra calcolo, definizione delle procedure di montaggio e percezione della struttura come oggetto inserito nel paesaggio. In questo senso, la produzione grafica di Zorzi si colloca in continuità con la tradizione della Scuola italiana di Ingegneria strutturale, ma ne rappresenta anche un'evoluzione originale, orientata a conciliare le esigenze dell'industrializzazione dei cantieri con l'attenzione al rapporto tra la forma della struttura e il contesto, ambientale o urbano.

Crediti

L'autore ringrazia tutti coloro che hanno agevolato la ricerca nella consultazione dei fondi archivistici citati. Tra questi, in particolare: il professor Giulio Barazzetta (Fondo Zorzi - Archivio del Politecnico di Milano),

Note

[1] Sul progetto di ricerca *SIXXI - XX Century Structural Engineering: The Italian Contribution* ERC Adv Grant 2011. PI: Prof. Sergio Poretti, Tullia Iori, cfr.: <https://www.tulliaiori.com/SIXXI/>. Sulla Scuola italiana di Ingegneria strutturale e i suoi Maestri, cfr. i volumi *SIXXI – Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, curati da S. Poretti e T. Iori, editi per

Autore

Gianluca Capurso, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", capurso@ing.uniroma2.it

Riferimenti bibliografici

Blandino, I. (2014). Le macchine per nastri sottili di rapido scorrimento. Alcune opere di Silvano Zorzi tra il 1960 e il 1972. In T. Iori, S. Poretti (a cura di), *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia. SIXXI 1*, pp. 104-113. Roma: Gangemi.

Capurso, G., Martire, F. (2017). Cantieri nel vuoto. Viadotti in cerca d'autore. In T. Iori, S. Poretti (a cura di), *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia. SIXXI 4*, pp. 98-115. Roma: Gangemi.

Iori, T., Capurso, G. (2019) Silvano Zorzi, designer strutturale. In *Archi*, n. 5, pp. 19-22.

La rappresentazione del progetto, nell'attività di Zorzi, non va quindi letta solo sul piano della sperimentazione tecnica, ma anche su quello della costruzione di un linguaggio visivo, nuovo nel panorama della costruzione delle infrastrutture italiana, basato sull'affinità con il mondo del design. La sua opera testimonia come, nella cultura ingegneristica italiana del secondo dopoguerra, la rappresentazione non sia mai riducibile a mera trascrizione, ma si configuri come un vero e proprio strumento di invenzione, di controllo e di comunicazione della forma strutturale.

Aurora Farah (Archivio Storico ANAS, Cesano) e i rappresentanti della società *Inco* (Archivio Storico Inco).

i tipi di Gangemi dal 2014 al 2020.

[2] Per il profilo di "designer strutturale" di Silvano Zorzi e la sua vicenda professionale, inquadrata nella Storia dell'ingegneria italiana del Novecento, cfr. Iori, Capurso 2019;

Iori, T., Poretti, S. (2015). Il Linguaggio delle strutture. In T. Iori, S. Poretti (a cura di), *SIXXI. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia 2*, Gangemi, Roma 2015, pp. 7-21.

Zorzi, S. (1968). Strutture prefabbricate o calcestruzzo monolitico? In *L'Industria Italiana del Cemento*, n. 5, pp. 283-302.

Zorzi, S. (1981). *Silvano Zorzi: ponti e viadotti*. Roma: De Luca. (Catalogo della mostra a cura di L. Magagnato. Verona, Museo di Castelvecchio, gennaio-febbraio 1981).

Zorzi, S. (1983). Un nuovo viadotto. In *Casabella*, n. 490, pp. 2-11.